



Das Lebensministerium



Hochwasserschutz durch konservierende Bodenbearbeitung

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft
Heft 16/2006

**Umsetzung erosionsmindernder und hochwasserreduzierender Maßnahmen auf
Einzugsgebietsebene am Beispiel des Stausees Baderitz**

Marek Kornmann, Dr. Walter Schmidt, Ellen Müller

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Untersuchungsgebiet	2
2.1	Lage und Größe	2
2.2	Geologie und Böden	7
2.3	Eignung des Untersuchungsgebietes	7
2.4	Nutzung	8
2.5	Ackerfläche und Schlaggrößen	8
3	Methodik	10
3.1	Niederschlags- und Pegelmessungen	10
3.2	Erfassung der Bewirtschaftungsdaten	11
3.3	Erfassung von Anbaustrategien zur konservierenden Bodenbearbeitung	15
3.4	Überleitungsversuche	15
3.4.1	Streifenbearbeitung zu Mais (Strip-till-Verfahren)	15
3.4.2	Überleitungsversuche zur Fusariumbefallsminderung	18
3.5	Berechnungssimulationen, Infiltrations- und Bodenabtragsmessungen	19
3.6	Feldtage	20
3.7	Modellierung von Erosion und Oberflächenabfluss mit EROSION-3D	20
3.7.1	Vorgehensweise	21
3.7.2	Komponenten von EROSION-3D	22
3.7.3	Datengrundlagen und Parametrisierung	24
3.7.3.1	Niederschlag	24
3.7.3.2	Abfluss	27
3.7.3.3	Digitales Geländemodell	28
3.7.3.4	Boden	29
3.7.3.5	Landnutzung	31
3.7.3.6	Elementarflächengenerierung	35
4	Ergebnisse	36
4.1	Niederschlags- und Pegelmessungen	36
4.2	Anbauverhältnisse	37
4.2.1	Anbauverhältnisse Erntejahr 2004	37
4.2.2	Anbauverhältnisse Erntejahr 2005	38
4.3	Bodenbearbeitung in den Untersuchungsjahren 2004 und 2005	39
4.4	Anpassungsstrategien bei konservierender Bodenbearbeitung	39
4.4.1	Ergebnisse der Betriebsbefragung	39
4.4.2	Überleitungsversuche	42
4.4.2.1	Strip-till-Mulchsaatverfahren zu Mais	42
4.4.2.2	Minderung Fusariumbefall bei konservierender Bodenbearbeitung	47
4.4.3	Maschinenvorfürhungen und Feldtage	48

4.5	Prognoseergebnisse der Modellierung mit EROSION-3D	51
4.5.1	Oberflächenabfluss.....	51
4.5.2	Bodenerosion	57
4.5.3	Zusammenfassung und Bewertung der Modellierungsergebnisse von EROSION-3D	62
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	64
	Literaturverzeichnis	69
	Abbildungsverzeichnis	72
	Tabellenverzeichnis	75
	Anhang.....	76

1 Einleitung und Zielsetzung

Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung erhöht in erheblichem Umfang die Wasserinfiltration. Sie reduziert dadurch den Oberflächenabfluss und den Bodenabtrag durch Wasser (NITZSCHE & ZIMMERLING 2004, NITZSCHE ET AL. 2003, ZIMMERLING & SCHMIDT 2002). Aus diesem Grund wird die konservierende Bodenbearbeitung im Rahmen des Förderprogramms Umweltgerechte Landwirtschaft des Freistaates Sachsen finanziell gefördert. Der Umfang der in diesem Zusammenhang geförderten konservierend bestellten Flächen betrug 2004 ca. 230 Tsd. ha Ackerfläche (entsprechend ca. 34 Prozent der Ackerfläche Sachsens). Diese Zahlen belegen, dass konservierende Bodenbearbeitung nicht nur auf einzelnen Ackerflächen erfolgt. Vielmehr wird sie flächenhaft praktiziert. Damit sind entsprechende Auswirkungen auf das Erosionsgeschehen in ganzen Einzugsgebieten bzw. auf den direkten Oberflächenabfluss und die damit im Einzelfall verbundene Ausprägung von Hochwasserereignissen zu erwarten.

Die Arbeitsschwerpunkte des vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft finanzierten Projekts *Umsetzung erosionsmindernder und hochwasserreduzierender Maßnahmen auf Einzugsgebietsebene am Beispiel des Stausees Baderitz* (Laufzeit von Mai 2004 bis März 2006) bestanden darin,

- die Auswirkungen einer flächenhaft praktizierten konservierenden Bodenbearbeitung auf das Hochwassergeschehen und die Bodenerosion durch Wasser zu erfassen,
- die Voraussetzungen bezüglich der Ausdehnung der konservierenden Bodenbearbeitung über das aktuelle Maß hinaus bis hin zu ihrer vollständigen Anwendung im Gesamteinzugsgebiet zu ermitteln,
- Strategien, durch welche Landwirtschaftsbetriebe dahingehend motiviert werden, konservierende Bodenbearbeitung möglichst umfassend und dauerhaft zu praktizieren (z. B. durch eine gezielte Unterstützung der Landwirtschaftsbetriebe im Hinblick auf Anpassungsstrategien in den Bereichen Acker- und Pflanzenbau (Bodenbearbeitungsintensität, Fruchtfolge, Sortenwahl, Pflanzenschutz usw.) zu prüfen.

Hintergrund für diesen Projektschwerpunkt sind die zukünftig von Seiten der Landwirtschaft zu erbringenden Leistungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Im Mittelpunkt steht dabei die Erhaltung bzw. die Verbesserung der Qualität von Grund- und Oberflächengewässern aber auch Maßnahmen zur Abminderung von Hochwasserereignissen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein einzugsgebietsbezogener Ansatz bezüglich stoffaustragsmindernder sowie wasserrückhaltender Maßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen unerlässlich.

Im Rahmen des hier mit seinen Ergebnissen dargestellten Projekts sollten hierzu beispielhafte Vorarbeiten geleistet werden. Die Erfassung von Boden- und Abflussparametern im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz dienen als Voraussetzung für die Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes sowie der Bodenerosion mit entsprechenden Modellen sowie der Validierung der Modellie-

rungsergebnisse. Durch die Befragung von Landwirten wurde untersucht, in welchem Umfang neuartige stoffaustragsmindernde Anbauverfahren aktuell und zukünftig zur Anwendung kommen bzw. welche Vorbehalte hierzu bestehen. Kenntnisse darüber sind die wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung von Beratungs- und Unterstützungsstrategien zur dauerhaften und flächenhaften Etablierung boden- und gewässerschonender Anbaustrategien.

2 Untersuchungsgebiet

2.1 Lage und Größe

Das Untersuchungsgebiet (Einzugsgebiet des Stausees Baderitz, Abbildung 1) ist Teil des Lössgürtels und gehört zur Naturregion Sächsisches Lössgefilde, welches sich zwischen dem Nordsächsischen Tiefland und dem Nordrand der Mittelgebirgsschwelle erstreckt. Mächtigkeiten und Zusammensetzungen der äolischen Lössdecke, unterschiedliche Bodentypen sowie charakteristische Reliefformen sind ausschlaggebend für die Unterteilung des Sächsischen Lössgefildes in untergeordnete Naturräume. Das Untersuchungsgebiet gehört zum Naturraum Mittelsächsisches Lösshügelland. Charakteristisch für dieses Gebiet ist eine 10 bis 15 m mächtige, meist kalkfreie Braunlössschicht (MANNSFELD & RICHTER 1995).

Das Untersuchungsgebiet liegt im Einzugsgebiet der Jahna. Die Jahna, ein Nebenfluss der Elbe, entspringt in der Nähe von Obersteinbach im Landkreis Döbeln und mündet nach ca. 37 km Fließstrecke in Riesa linksseitig in die Elbe.

Die Beschaffenheit der Jahna wird durch das überwiegend landwirtschaftlich genutzte Einzugsgebiet und kommunale Abwassereinleitungen aus den Anliegerorten geprägt. Die Wassergüte der Jahna bewegt sich zwischen mäßiger (Güteklasse II) und kritischer Belastung (Güteklasse II–III). So weisen die Güteuntersuchungen für den Pegel Mochau und den Mündungspegel bei Riesa eine mäßige Belastung aus. Die Güteklasse II wurde inzwischen auch in Ostrau, Seerhausen und oberhalb von Riesa ermittelt, wird aber als noch instabil eingeschätzt (KÜCHLER & HARNAPP 2004).

Das Einzugsgebiet (EZG) der Jahna erstreckt sich zwischen Döbeln und Riesa über eine Fläche von insgesamt 244,4 km² und ist in 13 Teileinzugsgebiete unterteilt. Ein Teileinzugsgebiet stellt das EZG Obere Jahna dar. Es umfasst den südlichen Teil des Einzugsgebietes der Jahna von der Quelle bei Obersteinbach bis zum nördlichen Ausgang des Stausees Baderitz. Das EZG Obere Jahna mit dem Stausee Baderitz (Abbildung 1) besteht wiederum aus vier Teileinzugsgebieten (TEZG):

- TEZG Simselwitz/TEZG Stausee Baderitz mit 8,4 km²,
- TEZG Prüfener Bach mit 4,7 km²,
- TEZG Obersteinbach mit 3,3 km² und
- TEZG Präbschütz mit einer Größe von 3,7 km² (SCHMIDT 2004a).

Das Einzugsgebiet des Stausees Baderitz liegt ca. 5 km östlich von Döbeln auf einer Höhe zwischen 180 und 290 m über dem Meeresspiegel (Abbildung 1 und Abbildung 2). Die Fläche des in Richtung Norden zur Elbe entwässernden Gebietes beträgt insgesamt 20,1 km². Davon entfallen 17,5 km² auf das Einzugsgebiet des Jahna-Laufs zwischen Quelle und Mündung in den Stausee sowie 2,6 km² auf das unmittelbare See-Einzugsgebiet. Der 1988 für den Hochwasserschutz und die Bewässerung von Gemüsekulturen angelegte Stausee hat ein Speichervolumen von 890 000 m³ und wird von der Jahna mit einem durchschnittlichen Zufluss von 0,1 m³/s gespeist (SCHRÖDER & VON WERNER 2005).

Auf Grund der geringen Tiefe des Sees, der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung des Einzugsgebietes, der erosionsanfälligen Böden und der sommerlichen Starkniederschläge ist der Oberflächenwasserkörper innerhalb der letzten Jahre starken Eutrophierungs- und Verlandungsprozessen ausgesetzt gewesen (SCHRÖDER & VON WERNER 2005, SEIDEL 2003).

Zu den wichtigsten Nebengewässern im Untersuchungsgebiet gehören neben dem Stausee Baderitz die Präbschützer Jahna, der Prüfener Bach sowie der Schallhausener Bach, die das Abflussgeschehen der Jahna mitbestimmen. Der Gewässerverlauf der Jahna ist überwiegend begradigt und meist naturfern profiliert (SCHMIDT 2004a).

Das Einzugsgebiet der Jahna ist klimatisch dem „mäßig trockenen, schwach kontinental geprägten Binnenlandklima der unteren Lagen im Hügel- und Tiefland“ zuzuordnen (BUDER et al. 2000). Die Jahresniederschlagshöhe im Gebiet beträgt 650 – 700 mm bei einer mittleren Jahrestemperatur von ca. 8,5 °C. Auslöser der Hochwasserwellen und Bodenerosion sind konvektive Starkregen, die insbesondere in den Monaten Mai bis September ein schnelles Ansteigen des Abflusses und damit verbundene Erosionsprozesse mit entsprechender Sedimentzufuhr in den als Stoffsenke dienenden Stausee Baderitz bewirken (s. Tabelle 1).

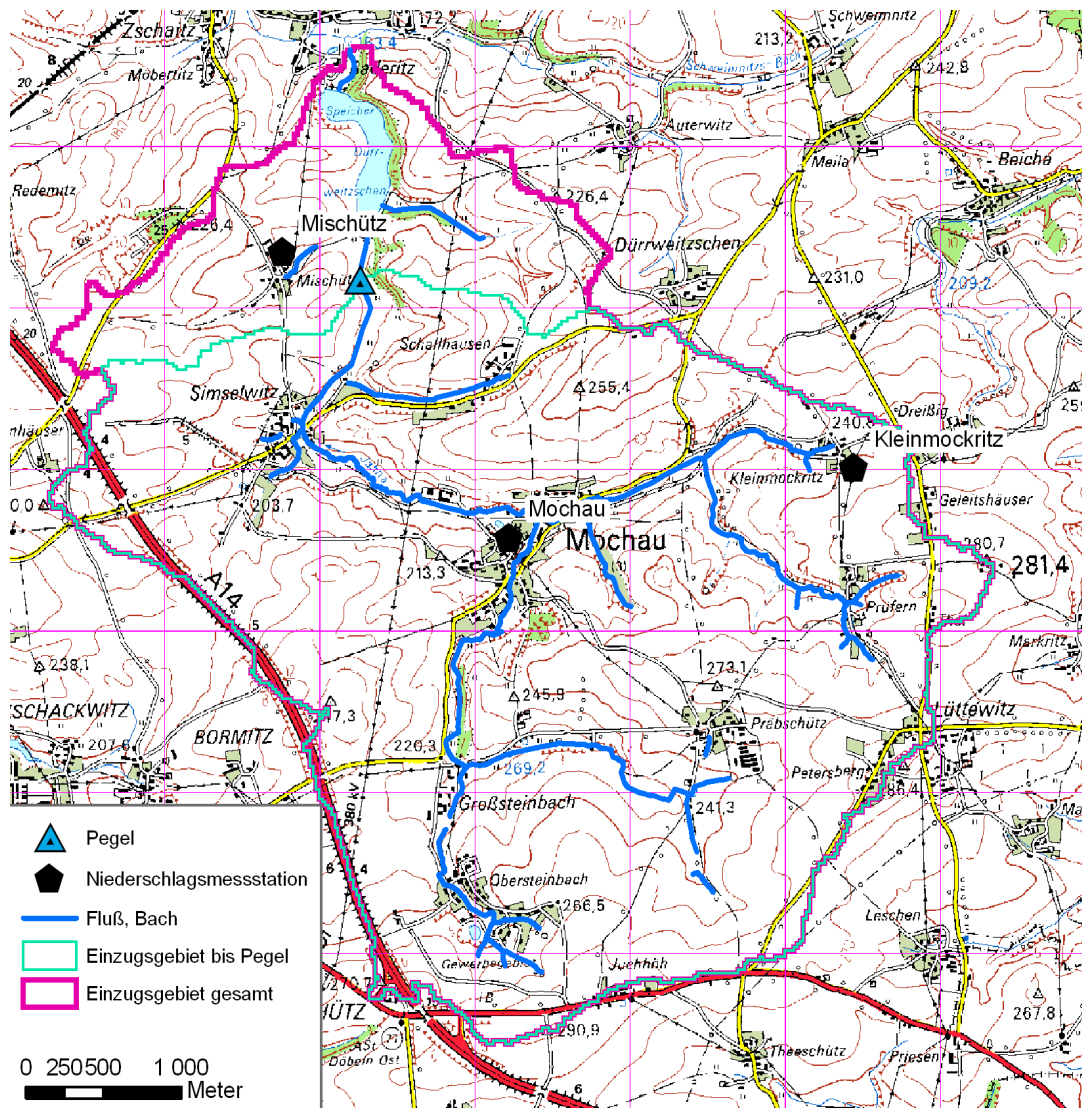


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes mit der Einzugsgebietsgrenze des Stausees Baderitz und dem Teileinzugsgebiet Pegel Jahna/Mischütz



Abbildung 2: Luftaufnahme des Einzugsgebietes Stausee Baderitz (Quelle: RALLE 2003)

Tabelle 1: Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Eigenschaft	Einzugsgebiet Stausee Baderitz
Fläche:	ca. 2.000 ha, davon Ackerfläche ca. 1.600 ha Grünland ca. 125 ha Wald ca. 30 ha Ortschaften, Straßen, etc. ca. 250 ha
Höhenlage über NN:	170 – 240 m
Bodenartengruppe:	Lehmschluffe (Iu) und Normallehme (II)
Hauptbodentyp:	Parabraunerde und Parabraunerde-Pseudogley
mittlerer Jahresniederschlag:	650 – 700 mm
mittlere Jahrestemperatur:	8,5 °C
Ackerzahl:	64 – 73
mittlere Schlaggröße:	13,8 ha
Anteil konservierender Bodenbearbeitung:	ca. ⅓ der Ackerfläche im Erntejahr 2004 (davon ca. ½ der Ackerfläche dauerhaft konservierend bearbeitet)

Quelle: RALLE 2003, eigene Erhebungen

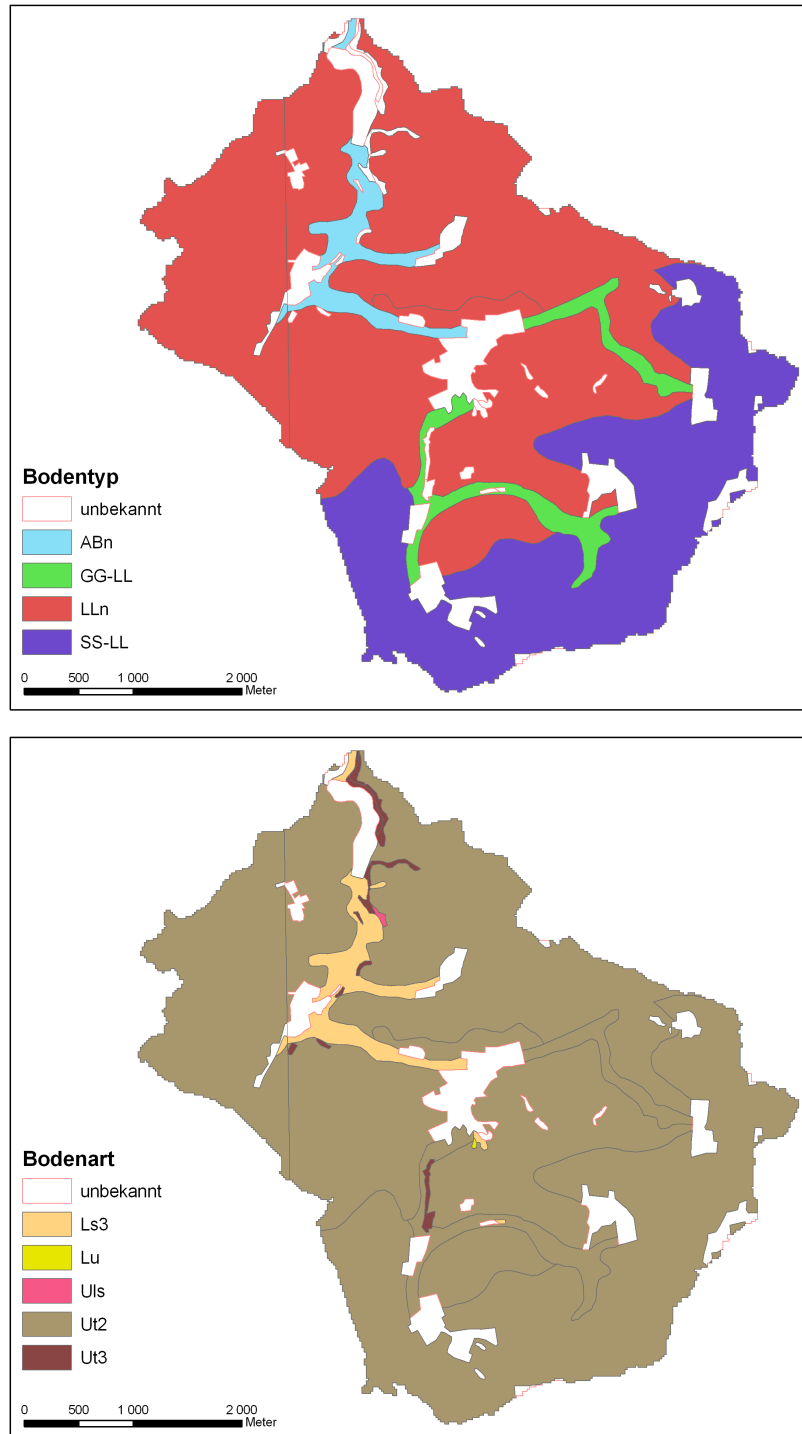


Abbildung 3: Verbreitung der Bodentypen und -arten (oberster Horizont) im Einzugsgebiet (Quelle: Konzeptbodenkarte 1:50 000 (BK_{KONZ}), Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie)

2.2 Geologie und Böden

Die Bodentypenkarte des Untersuchungsgebietes (Abbildung 3) zeigt, dass im Einzugsgebiet Pseudogley-Parabraunerde (SS-LL) und Parabraunerde (LL) vorherrschen. Die Bodentypen Gley-Parabraunerde (GG-LL) und Normvega (ABn) haben sich in den Tälern entwickelt. Insbesondere die Verbreitung der Pseudogley-Parabraunerden in den höher liegenden Teilen des Einzugsgebiets weist auf eine potenziell erhöhte Abflussbereitschaft dieser Bereiche hin. Die durch die vollständige Lössbedeckung (Folge der äolischen Ablagerung des Lösses der Weichselkaltzeit) einheitlichen Bodenverhältnisse im Einzugsgebiet zeigt die Karte der Bodenarten (Abbildung 3): Auf den Ackerflächen dominiert schwach toniger Schluff (Ut2). Mittelsandiger Lehm (Ls3), sandig-lehmiger Schluff (Uls) und mitteltoniger Schluff (Ut3) sind auf die Auen beschränkt.

Der Löss überdeckt das anstehende kristalline Grundgestein in den Akkumulationsbereichen mit einer Mächtigkeit von bis zu 15 m. Die insbesondere aus diesem Grund vorrangig ackerbaulich genutzten Böden (Bodenzahl Ø 70) zeigen eine starke Erosionsanfälligkeit. Sie wird vorrangig durch den hohen Schluffanteil und die daraus resultierende Verschlammungsgefahr verursacht. In den Kuppenstandorten sind deshalb z. T. Pararendzinen entstanden.

2.3 Eignung des Untersuchungsgebietes

Das bearbeitete Untersuchungsgebiet bietet für die einzugsgebietsweite Betrachtung günstige Voraussetzungen. Es stellt hinsichtlich der landwirtschaftlichen Nutzung sowie der auftretenden Probleme ein für das Sächsische Lößhügelland typisches Gebiet dar (Tabelle 1).

Auf Grund der intensiven Untersuchungstätigkeiten seitens der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft besteht eine enge Zusammenarbeit mit zahlreichen Landwirtschaftsbetrieben vor Ort. Ein kompetentes Gremium zur Optimierung konservierender Anbauverfahren stellt in diesem Zusammenhang der Beratungsring „Erosionsmindernde Landbewirtschaftung e. V.“ dar, dessen Mitglieder sich mit der Umsetzung, Integration und praktischen Anwendung pflugloser Ackerbauverfahren in ihren Betrieben befassen. Dieses für das Sächsische Lößhügelland in seiner Nutzung und den sich daraus ergebenden Problemen und Lösungsansätzen typische Gebiet weist bereits einen hohen Anteil an erosionsmindernder Bewirtschaftung auf. Behördenseitig bestehen mit dem Staatlichen Amt für Landwirtschaft (AfL) Döbeln/Mittweida und dem Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), Abteilung Wasser, langjährige Kooperationen.

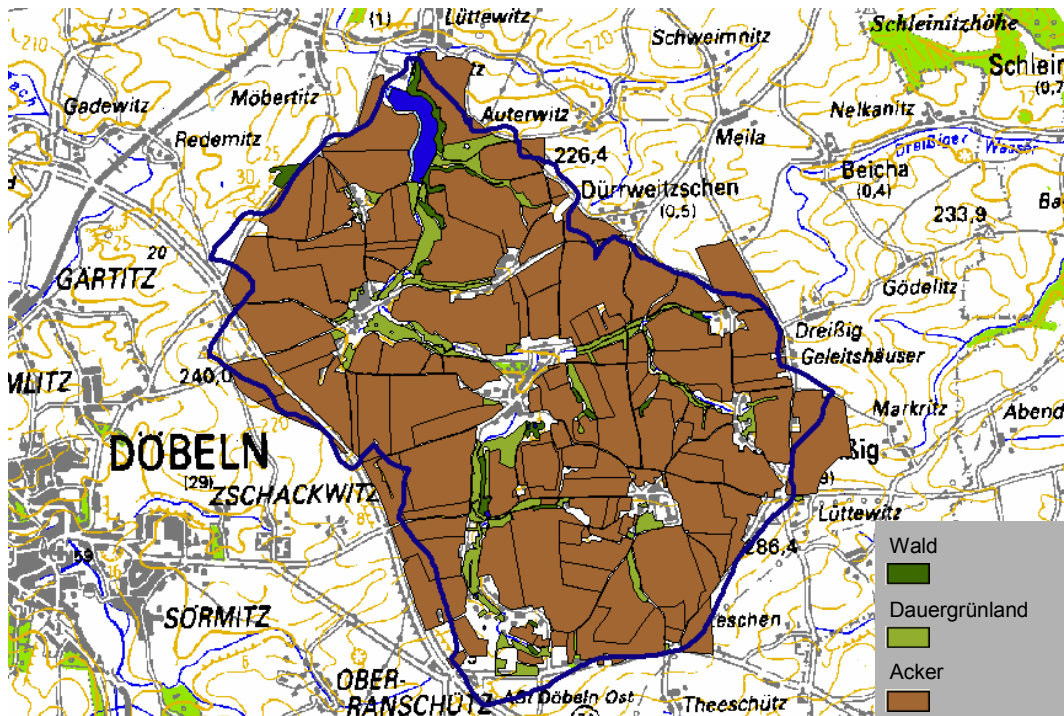


Abbildung 4: Flächennutzung im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz

2.4 Nutzung

Das Untersuchungsgebiet Obere Jahna ist aufgrund der mächtigen Lössdecke sehr fruchtbar und wird überwiegend ackerbaulich genutzt (Abbildung 4). So beträgt der Ackerflächenanteil ca. 75 Prozent der Gesamtfläche des Einzugsgebietes. Hauptanbauprodukte sind die Marktfrüchte Weizen, Raps, Zuckerrüben und Mais (s. Kapitel 4.2).

2.5 Ackerfläche und Schlaggrößen

Von den im Untersuchungsgebiet tätigen Betrieben werden Ackerflächen zwischen ca. 15 ha und ca. 440 ha bewirtschaftet. Während bei einigen Betrieben nahezu die gesamte Anbaufläche im Untersuchungsgebiet liegt, werden von anderen Betrieben z. T. nur wenige Hektar im Einzugsgebiet bewirtschaftet (Abbildung 5).

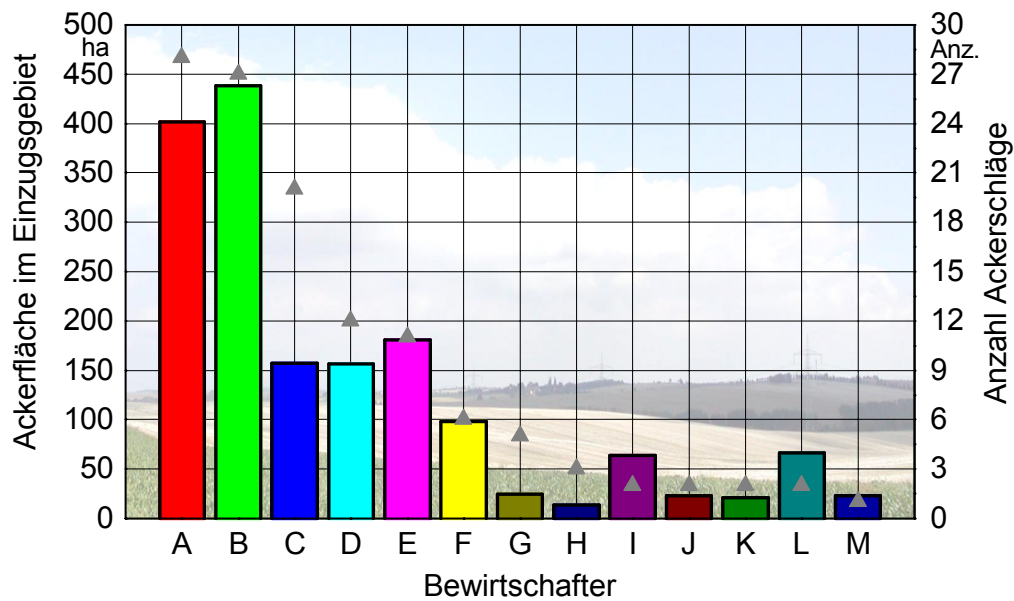


Abbildung 5: Umfang der von landwirtschaftlichen Betrieben im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz bewirtschafteten Ackerfläche

Die durchschnittliche Schlaggröße beträgt weniger als 14 ha und weist für eine vorrangig ackerbaulich genutzte Region eine verhältnismäßig geringe durchschnittliche Größe auf. Insgesamt werden im Einzugsgebiet 30 Prozent der Ackerfläche in Schlägen mit einer Größe von weniger als 14 ha bewirtschaftet. 61 Prozent der Ackerfläche befindet sich in Schlägen mit einer Größe unter 30 ha. Die verbleibenden 39 Prozent der Ackerfläche entfallen auf Schläge mit einer Größe von mehr als 30 ha.

3 Methodik

Im Rahmen des Projekts sollten Strategien erarbeitet und geprüft werden, mit deren Hilfe es möglich ist, auf Einzugsgebietsebene erosionsmindernde und Hochwasser reduzierende Maßnahmen auf Ackerflächen zur Anwendung zu bringen. Hierzu wurden nachstehende Aufgabenschwerpunkte bearbeitet:

- Niederschlags- und Pegelmessungen als Grundlage für die Beschreibung der hydrologischen Prozesse im Einzugsgebiet sowie für Erosions- und Oberflächenabflussmodellierungen.
- Erfassung, Auswertung und Dokumentation der Betriebsdaten der im Einzugsgebiet wirtschaftenden Betriebe (mit Darstellung der Anbauverhältnisse bzw. der angebauten Fruchtarten, der Bodenbearbeitung usw.) mit entsprechender Software als Grundlage für die Abschätzung der Bodenerosion durch Wasser und des Nährstoffmanagements.
- Erhebungen zu Anpassungsstrategien von Landwirten zur dauerhaften Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung.
- Durchführung von Überleitungsversuchen als fachliche Grundlage für die umfassende Etablierung der dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet,
- Maschinenvorfürhungen und Feldtage zur Demonstration neuer Technik (Mulch- und Direktsaattechnik, Bodenbearbeitungstechnik) sowie zur Demonstration optimaler Strohverteilung im Rahmen dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung,
- Modellierung von Wassererosion und Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz mit Hilfe des Modells EROSION-3D zur Beschreibung des Ist-Standes sowie zur Beschreibung von Zielzuständen (z. B. Erosionsumfang im Einzugsgebiet bei flächenhafter Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung).

Im Einzelnen wurden hierzu wie nachfolgend dargestellt Daten erfasst bzw. Feldmessungen und Erhebungen bzw. Modellierungen mit EROSION-3D durchgeführt.

3.1 Niederschlags- und Pegelmessungen

Die Erfassung, der für das Projekt relevanten Niederschlagsdaten, erfolgte ereignisbezogen automatisiert mit drei im Untersuchungsgebiet verteilt aufgestellten Niederschlagsmessern nach Hellmann über integrierte Datalogger (Abbildung 1).

Pegelmessungen erfolgten mit einer Multisensormodul-Messstation. Diese Station befindet sich ca. 250 m oberhalb der Einmündung der Jahna in den Stausee Baderitz in der Nähe der Ortschaft Mischütz (Abbildung 1 und Abbildung 6).



Abbildung 6: Multisensormodul-Messstation oberhalb des Stausees Baderitz im Flusslauf der Jahna

Die Multisensormodul-Messstation ist in der Lage, in frei wählbaren Zeitintervallen neben dem Pegelstand der Jahna Wasserqualitätsparameter zu ermitteln, wie z. B. pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt des Wassers. Die gewonnenen Messwerte werden in einem Datalogger gespeichert. Je nach Erfordernissen ist es möglich, weitere Sensoren zu installieren und das Messprogramm den jeweils aktuellen Erfordernissen anzupassen. Während des Versuchsjahres 2004 betrug das eingestellte Messintervall 30 Minuten. Im Jahr 2005 wurde dieses zur Erhöhung der Dichte der vorliegenden Messdaten als Grundlage für nachfolgende Simulationen mit dem Erosionsprognosemodell EROSION-3D auf 15 Minuten reduziert. In den Untersuchungsjahren 2004 und 2005 wurden schwerpunktmäßig Pegelmessungen durchgeführt. Auf die Erfassung von Wasserqualitätsparametern wurde verzichtet, da dies nicht Schwerpunkt des Projektes war.

3.2 Erfassung der Bewirtschaftungsdaten

Neben den oben beschriebenen automatisiert erfassten Daten war es erforderlich, eine exakte Beschreibung des Ausgangszustandes der ackerbaulichen Nutzung im Untersuchungsgebiet vorzunehmen. Zur detaillierten Erfassung der Zustände bzw. Veränderungen auf den Ackerflächen im Einzugsgebiet zählten insbesondere Angaben zu Anwendungsumfang und -dauer der bisher durchgeführten konservierenden Bodenbearbeitung. Von besonderem Interesse waren dabei von den Betriebsleitern erfolgte acker- und pflanzenbauliche Anpassungen, die z. B. Fruchtfolge, Art

und Intensität der durchgeführten Bodenbearbeitung usw. betreffen. Im Rahmen der Umstellung auf konservierende Bodenbearbeitung erfolgte Änderungen der Düngungsstrategien sowie Veränderungen im Pflanzenschutz (Pflanzenschutzmitteleinsatz und -aufwand, Unkraut- und Krankheitsauftreten) wurden ebenfalls ermittelt.

Die Verarbeitung und Auswertung der Bewirtschaftungsdaten erfolgte in einer branchenspezifischen Softwarelösung. Hierzu wurde die Agrar-Office Schlagkartei zur Erfassung, Verwaltung und Auswertung der Bewirtschaftungsdaten des Untersuchungsgebietes eingesetzt (ANONYM 2004b).

Das zusätzliche Modul Agrar-Office Bodenbuch-GIS beinhaltet ein angepasstes GIS-Programm. Dadurch bestand die Möglichkeit, die digitalisierten Bewirtschaftungseinheiten (Schläge) des Untersuchungsgebietes grafisch darzustellen, Informationen schlagspezifisch zu erhalten und zur Verwendung in anderen Geografischen Informationssystemen wie ArcView zur Aufbereitung für die nachfolgende Simulation in EROSION-3D bereitzustellen (ANONYM 2004a).

Zur Verwaltung und Zuordnung der Bewirtschaftungsdaten aus dem Einzugsgebiet des Stausees Baderitz wurde mit der Agrar Office Schlagkartei ein fiktiver Landwirtschaftsbetrieb „Baderitz“ geschaffen, der sämtliche Ackerflächen innerhalb dieses Einzugsgebietes umfasst – unabhängig von der tatsächlichen Anzahl der Landwirtschaftsbetriebe, die hierin Flächen bewirtschaften. Die einzelnen Schläge wurden mit den Angaben zu den angebauten Fruchtarten in den entsprechenden Bewirtschaftungs- bzw. Erntejahren 2004 und 2005 angezeigt (Abbildung 7). Die Eingabe der Bewirtschaftungsdaten und der auf den Ackerflächen durchgeführten Maßnahmen erfolgte über entsprechende Eingabemasken des Programms. Abbildung 8 zeigt beispielhaft die Eingabe der im Bewirtschaftungsjahr 2005 auf einem Ackerschlag angebauten Fruchtart (Abbildung 8 oben) sowie eine Übersicht der auf der Fläche im Verlauf des Bewirtschaftungsjahres durchgeführten Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Aussaat, Pflanzenschutz und Düngung (Abbildung 8 unten).

Die gewählte Herangehensweise bezüglich der Informationszusammenstellung zur Nutzung der Ackerschläge im Einzeljahr in einem Einzugsgebiet ist eine Möglichkeit zur Datendokumentation und Datenverwaltung auf Einzugsgebietsebene z. B. als Grundlage für die Erstellung und Umsetzung von Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplänen gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Gleichzeitig bilden diese Informationen als Grundlage für die modellgestützte Abschätzung z. B. der Bodenerosion durch Wasser auf Ackerflächen in Abhängigkeit der durchgeführten Anbau- und Bestellverfahren.

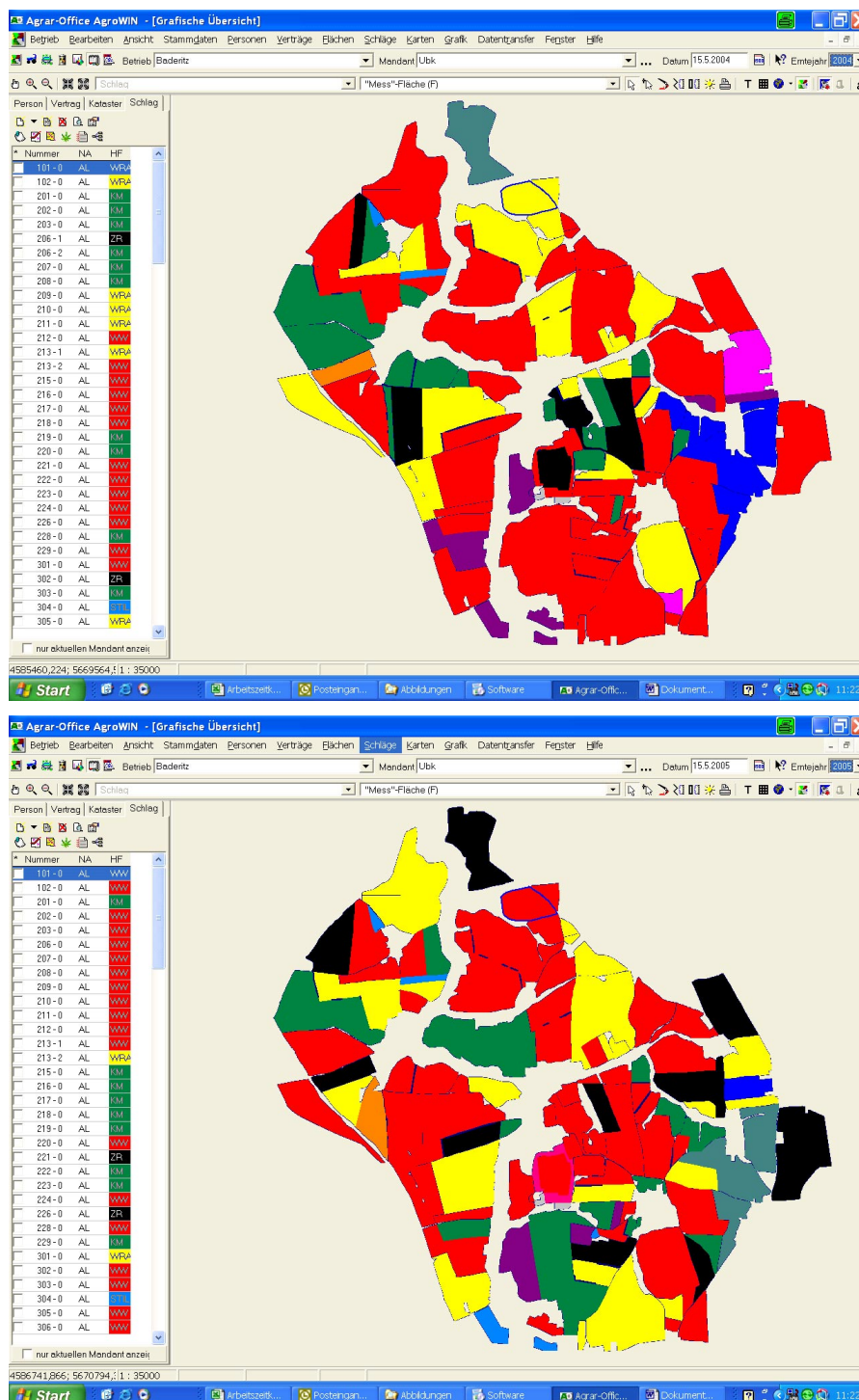


Abbildung 7: Anbauverhältnisse und Schlagkonturen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz für das Erntejahr 2004 (oben) und 2005 (unten)

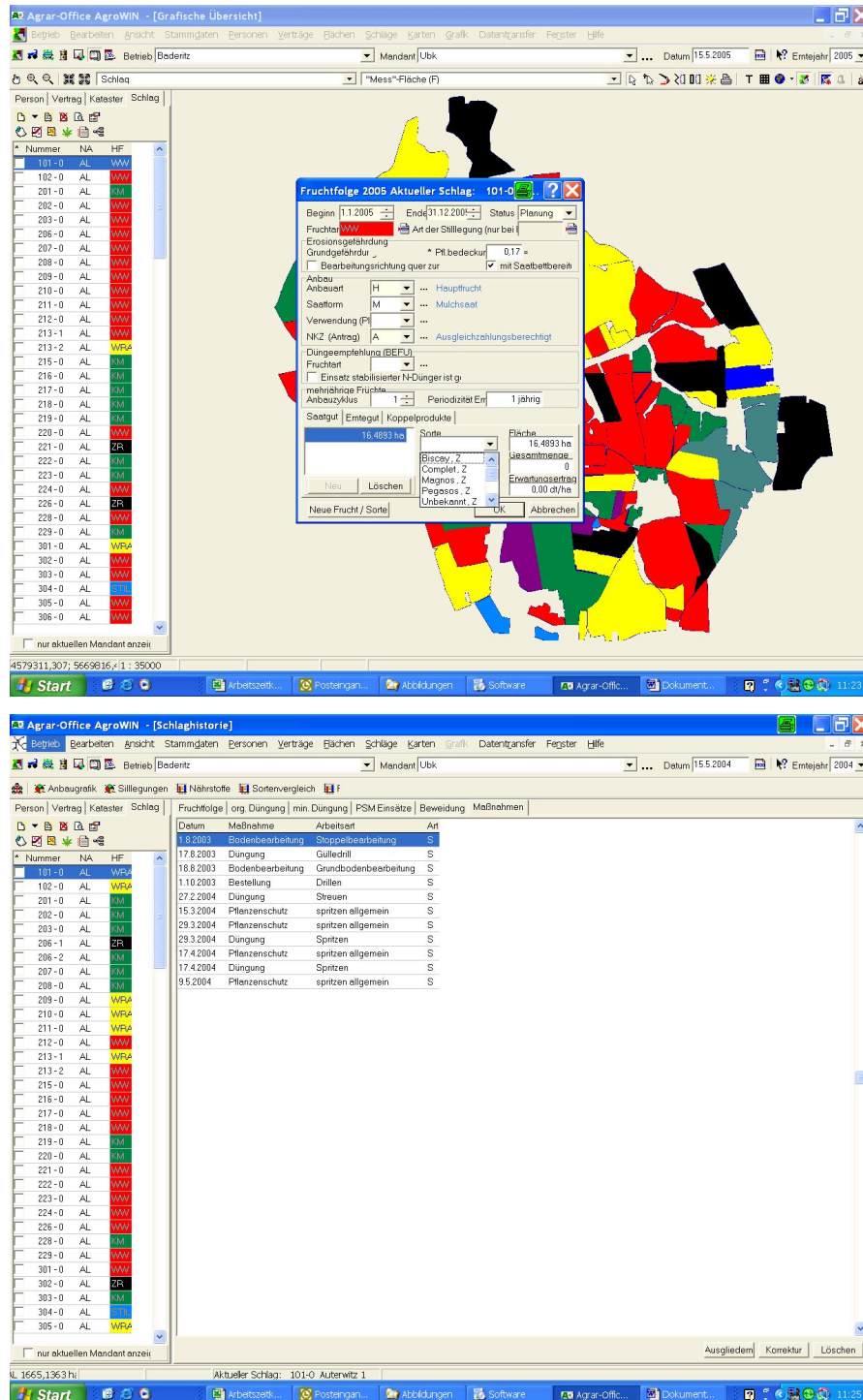


Abbildung 8: Eingabemaske für die Anbauplanung für das Erntejahr 2005 (oben) sowie Darstellung der erfassten Maßnahmen eines Ackerschlag im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz für das Erntejahr 2004 (unten)

3.3 Erfassung von Anbaustrategien zur konservierenden Bodenbearbeitung

Eine entscheidende Voraussetzung zur dauerhaften Etablierung bodenschonender Anbauverfahren (z. B. konservierende Bodenbearbeitung) sind Kenntnisse und Meinungen der Landwirte zu dieser Thematik. Um in diesem Sinne die persönlichen Einschätzungen sowie die jeweiligen betrieblichen Voraussetzungen und Anpassungsstrategien zu erfassen und zu differenzieren, wurde zu Ende des Bearbeitungszeitraumes eine Befragung der Betriebsleiter mittels eines hierfür entwickelten Fragebogens durchgeführt (siehe Anhang).

Der Versand der Fragebögen erfolgte an zehn Betriebsleiter und resultierte in einem Rücklauf von sieben auswertbaren Exemplaren, deren Angaben zum Teil in persönlichen Gesprächen ergänzt wurden.

3.4 Überleitungsversuche

Die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung stellt ein neuartiges Anbauverfahren dar. Für dessen erfolgreiche und umfassende Anwendung sind spezifische Anbaustrategien zu einzelnen Problembereichen zu entwickeln und im Sinne ihrer Umsetzung zu demonstrieren. Im Rahmen des Projektes wurden zu den Themenschwerpunkten Minderung der Wassererosion auf Maisflächen sowie Minderung des Fusariumbefalls bei Winterweizen in Maisfruchtfolgen in Verbindung mit konservierender Bodenbearbeitung gemeinsam mit Landwirten Überleitungsversuche angelegt.

3.4.1 Streifenbearbeitung zu Mais (Strip-till-Verfahren)

Mais stellt als spät deckende Reihenfrucht eine unter Erosionsgesichtspunkten besonders gefährdete Feldfrucht dar. Im Besonderen gilt dies für konventionell mit dem Pflug bestellte Maisflächen. Aber auch konservierend bestellte Maisflächen sind von Bodenerosion durch Wasser betroffen. Ursache hierfür ist, dass zur rascheren Bodenerwärmung als Voraussetzung für eine zügige Keimung und Entwicklung der Maispflanzen auf Maismulchsaatflächen vielmals eine ganzflächige Saatbettbereitung durchgeführt wird. Den besten Erosionsschutz bietet die Direktsaat zu Mais ohne weitere Saatbettbereitung. Allerdings sind mit der Direktsaat zu Mais auf Grund des Fehlens funktionssicherer Mais-Direktsaattechnik sowie langsamerer Bodenerwärmung oftmals ein ungleichmäßiger Feldaufgang und eine langsame Bestandesentwicklung verbunden.

Eine geeignete Kombination der überragenden Bodenschutzwirkungen der Direktsaat einerseits und einer präzisen Saatgutablage und -einbettung mit daraus resultierenden, hohen Feldaufgängen und rascher Jugendentwicklung andererseits stellt die streifenweise Bodenbearbeitung zur Saatgutablage von Mais dar (Abbildung 9). Größere Bedeutung hat dieses als Strip-till bekannte Verfahren bereits in den Maisanbaugebieten Nordamerikas erlangt.

Im Rahmen der projektbegleitenden Arbeiten zur Optimierung konservierender Anbauverfahren wurde in Zusammenarbeit mit einem Landwirtschaftsbetrieb die Streifenbearbeitung zu Mais er-

probt und demonstriert. Dazu konnte im Jahr 2005 auf ein Vorseriengerät der Firma Horsch mit speziellen Arbeitswerkzeugen zur streifenweisen Bodenbearbeitung der Oberfläche bei gleichzeitig tieferer Bodenlockerung (Lockerungstiefe ca. 20 cm) zurückgegriffen werden (Abbildung 10). Das Gerät bot zusätzlich die Option der reihengebundenen Düngerablage. Im Einzelnen wurden im Erntejahr 2005 auf einer Ackerfläche mit einer Neigung von ca. 6 Prozent folgende Versuchsvarianten angelegt:

- Mulchsaat zu Mais mit ganzflächiger Bodenbearbeitung,
- Mulchsaat zu Mais mit Streifenbearbeitung (Strip-till),
- Direktsaat von Mais.

Tabelle 2: Übersicht der durchgeführten acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen beim Vergleich unterschiedlicher Maisanbauverfahren auf der Versuchsfläche

	Datum	Mulchsaat (ganzflächige Bearbeitung)	Mulchsaat Strip-till	Direktsaat
Ernte der Vorfrucht	20.08.04	Winterweizen		
Stoppelbearbeitung	22.08.04	Grubber, Arbeitstiefe 15 cm		
Kalkung	10.09.04	Kohlensaurer Kalk, 2,3 t/ha		
Grundbodenbearbeitung	14.09.04	Grubber, Arbeitstiefe 25 cm		
Zwischenfruchtaussaat	14.09.04	Gelbsenf, 12 kg/ha		
Ausfallgetreidebekämpfung	31.03.05	Round Up, 3,0 l/ha		
Stickstoffdüngung	15.04.05	108 kg/ha N über AHL	69 kg/ha N als Harnstoff in 20 cm Tiefe mit Streifenbearbeitungsgerät direkt vor Aussaat (17.04.05)	108 kg/ha N über AHL
Saatbettbereitung	17.04.05	Grubber, Arbeitstiefe 15 cm	Streifenbearbeitung, Arbeitstiefe 20 cm	---
Aussaat	17.04.05	Sorte Pioneer PR 39 T84, 7,2 Pflanzen/m ²		
Unterfußdüngung	17.04.05	42 kg/ha N; 108 kg/ha P ₂ O ₅ ; 35 kg/ha K ₂ O		
Herbizidbehandlung	27.05.05	1,5 l/ha Gardogold; 0,2 l/ha Click; 0,5 l/ha Callisto; 10 g/ha Cato		
Ernte	01.11.05	Körnermais		

Die auf der Versuchsfläche durchgeführten acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen beim Vergleich der Maisanbauverfahren sind in Tabelle 2 dargestellt.

Auf der Versuchsfläche wurde mit einer Kleinberegnungsanlage die Wasserinfiltration und der Bodenabtrag bestimmt (s. Kapitel 3.5) und die Erträge ermittelt.



Abbildung 9: Streifenweise konservierende Bodenvorbereitung im Strip-till-Verfahren zur Vorbereitung der Aussaat von Körnermais



Abbildung 10: Maisaussaat in streifenweise konservierend bearbeiteter Ackerfläche

3.4.2. Überleitungsversuche zur Fusariumbefallsminderung

Von den befragten Betriebsleitern wurde der Fusariumbefall bei Getreide in Maisfruchtfolgen mit pflugloser Bestellung als außerordentlich wichtiges Problem eingeschätzt. Insbesondere Winterweizen kann bei dauerhaft pflugloser Bestellung in besonderem Maße durch Ährenfusariosen (z. B. *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*) befallen werden. Diese führen z. B. bei Weizen zu Mindererträgen. Zusätzlich können sie eine Mykotoxinbelastung des Erntegutes verursachen. Für den Pilzbefall sind in erster Linie die an der Bodenoberfläche oftmals nur langsam verrottenden Maisrückstände verantwortlich. Sie stellen eine dauerhafte Quelle für Fusariuminfektionen dar. Insgesamt ist der Fusariumbefall und die damit verbundene Mykotoxinbelastung bei Winterweizen der Grund dafür, dass häufig keine dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung in Maisfruchtfolgen praktiziert wird.

Daher wurden in einem Überleitungsversuch Strategien zur Minderung des Fusariumbefalls bei Winterweizen nach der Vorfrucht Körnermais in Verbindung mit konservierender Bodenbearbeitung geprüft. Hierzu wurden nachstehende Maßnahmen angewendet und hinsichtlich ihrer Wirkung auf Fusariumbefall und Mykotoxingehalt untersucht (im Vergleich zu konventionell mit dem Pflug nach Körnermaisorfrucht bestelltem Winterweizen):

- Anbau einer wenig fusariumanfälligen Weizensorte (Sorte Sokrates),
- rottefördernde Maßnahmen nach der Körnermaisernte (Einsatz eines Schlegelmulchers (s. Abbildung 11) sowie halbkru mentiefe Einarbeitung der Maisreste mit dem Grubber),
- Blütenbehandlung im Weizenbestand.

Der Mykotoxingehalt im Weizenkorn (Deoxynivalenon (DON)) der verschiedenen Versuchsvarianten wurde mit dem HPLC bestimmt.



Abbildung 11: Mulchen von Körnermaisresten zur Rotteförderung

3.5 Berechnungssimulationen, Infiltrations- und Bodenabtragsmessungen

Simulationen von Starkniederschlägen wurden mit Hilfe einer Kleinberegnungsanlage (1 m² Beregnungsfläche) durchgeführt. Die Regenmenge und -intensität wurde über eine schwenkbare Flachstrahldüse (Typ VeeJet 80/100) gesteuert. Gewählt wurde eine Niederschlagsmenge von 38 mm mit einer Beregnungsintensität von 1,9 mm*min⁻¹ und einer Dauer von 20 Minuten. Dies entspricht für das Untersuchungsgebiet etwa einem Niederschlagsereignis mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 20 Jahren (Schmidt et al. 1996). Die Beregnungen wurden auf geneigten Maisflächen im Zusammenhang mit den Überleitungsversuchen zur erosionsmindernden Streifenbearbeitung zu Mais ca. 4 Wochen nach der Aussaat durchgeführt (Abbildung 10).

Während der Beregnungssimulationen wurden minütlich das oberflächlich abfließende Wasser und der abgespülte Boden aufgefangen. Aus der Differenz zwischen Beregnungsmenge und Oberflächenabfluss wurde die Infiltrationsrate bestimmt (Abbildung 12).



Abbildung 12: Bodenabtrags- und Infiltrationsmessung mit Beregnungsanlage

3.6 Feldtage

Im Sinne der Akzeptanzsteigerung für die Anwendung dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung wurden im Rahmen des Projekts Maschinenvorfürungen bzw. Feldtage für Landwirte durchgeführt. Im Mittelpunkt standen dabei zum einen die Demonstration neuer Mulch- bzw. Direktsaattechnik sowie zum anderen Mähdreschervorfürungen zum Thema Optimierung der Strohverteilung bei dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung.

3.7 Modellierung von Erosion und Oberflächenabfluss mit EROSION-3D

In Zusammenarbeit mit der Firma GEOGNOSTICS Berlin, wurde mit dem Modell EROSION-3D die Bodenerosion durch Wasser sowie der Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet des Stausees Badritz abgeschätzt (SCHRÖDER & VON WERNER 2005).

EROSION-3D ist ein physikalisch-begründetes Prozessmodell zur Prognose des durch natürliche Einzelregen oder Niederschlagsreihen verursachten Oberflächenabflusses und der Bodenerosion in Wassereinzugsgebieten (SCHMIDT et al. 1996).

Anlass für diese eingehendere Modellierung ausgewählter Niederschlags-Abfluss-Ereignisse im Hinblick auf Wassererosion und Oberflächenabfluss mit EROSION-3D für die Jahre 2004 und 2005 im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz waren

- die bekannte schnelle hydrologische Reaktion des Einzugsgebietes des Stausees Baderitz auf Starkregenereignisse,
- die mit Aufzeichnungsbeginn 2002 erstmals für das Einzugsgebiet verfügbaren, hoch aufgelösten Niederschlags- und Abflussdaten,
- die bereits gewonnenen positiven Erfahrungen mit der auf einem Großteil der Ackerflächen des Einzugsgebietes angewendeten konservierenden Bodenbearbeitung sowie
- die Bewertung der Möglichkeit der weitergehenden Reduzierung der Hochwasserentstehung und des Bodenabtrags bei einer weiteren Ausdehnung der konservierenden Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet.

3.7.1 Vorgehensweise

Die Modellierung mit EROSION-3D für das EZG Baderitz gliederte sich in folgende Arbeitsschritte:

- Festlegung der Grenzen des Einzugsgebiets,
- Auswahl der Niederschlagsereignisse für die Abfluss- und Erosionssimulation,
- Zusammenstellung der Landnutzungs- und Bodendaten,
- Entwicklung von Änderungsszenarien der Bodenbearbeitung als Grundlage der Bewertung der Wirkung der konservierenden Bodenbearbeitung auf die Abflussbildung und Bodenerosion,
- Parametrisierung der genannten Informationen und Szenarien als Grundlage für die Anwendung des Prognosemodells EROSION-3D,
- Entwicklung der Abflusskurve und Bestimmung des ereignisbezogenen Direktabflussanteils aus der Abflussganglinie am Pegel Jahna/Mischütz,
- Durchführung der Prognose, Erstellung von Abflusshöhen- und Erosionsprognosekarten sowie Vergleich mit den hydrologischen Beobachtungsdaten,
- Bewertung und Schlussfolgerungen.

3.7.2 Komponenten von EROSION-3D

EROSION-3D besteht aus den zwei nachfolgend beschriebenen Hauptkomponenten:

GIS-Modul

Dieses dient zur digitalen Reliefanalyse, welche insbesondere Voraussetzung zur Berechnung der Abflussrichtungen auf der Geländeoberfläche ist. Die Komponente umfasst folgende Werkzeuge:

- Erzeugung der Geländeoberfläche (Raster) aus den Höhendaten des digitalen Geländemodells (z. B. ATKIS DGM, terrestrische Vermessung, Laserscanner-Daten),
- Suche und Auffüllung der durch die modellinterne Generierung der digitalen Geländeoberfläche (DGM) aus den Höhendaten eventuell künstlich erzeugten abflusslosen Hohlformen,
- Berechnung der flächenhaften Abflussverteilung bzw. konzentrierten Abflussbahnen zu den jeweils tiefer liegenden Nachbarzellen,
- Berechnung der zu jeder Rasterzelle gehörenden Einzugsgebietsfläche und Fließweglänge (Abflusskonzentration),
- Schwellenwertberechnung zur Bestimmung des Anfangs konzentrierter Abflussbahnen (Vorfluter) und
- Bestimmung der Wasserscheidenlage und des Einzugsgebietsauslasses.

Durch die GIS-Komponente wird insbesondere die Schnittstelle zwischen EROSION-3D und anderen Informations- und Simulationssystemen hergestellt und die Übergabe der Eingabe- und Ergebnisdaten von bzw. zu diesen gewährleistet.

Prozess-Modul

Die Simulationskomponente von EROSION-3D führt die Prognosen durch und berücksichtigt u. a. folgende Teilprozesse:

- Niederschlagsinfiltration in geschichtete Böden (erweiterter Green-Ampt-Ansatz),
- Abflussbildung (Infiltrationsüberschuss und Muldenrückhalt),
- Abflusskonzentration und -verzögerung auf Grund der unterschiedlichen hydraulischen Rauigkeit der Landnutzungseinheiten,
- Ablösung der Bodenpartikel von der Bodenoberfläche in Folge des Aufschlags der Regentropfen (Splash) und der Scherkraft des Oberflächenabflusses,
- Partikel- und daran gebundener Schadstofftransport sowie Deposition (differenziert nach 9 Bodenartenklassen) in Abhängigkeit von der Transportkapazität des Oberflächenabflusses,
- Partikelanreicherung entlang des Transportweges sowie Sedimentrückhalt in Stauhaltungen,
- Wintererosion (Bodengefrorenis und Wasserhaushalt der Schneedecke, nur bei Langfristsimulation),

- Langfristige Änderung des Oberflächenreliefs durch Bodenabtrag (nur bei Langfristsimulation),
- Abflussretention durch Rückhaltebecken und Fangdämme (optional).

Tabelle 3: Ein- und Ausgabeparameter des Prognosemodells EROSION-3D

		Einheiten
EINGABEPARAMETER	Boden	
	Bodenschichtung	m
	Lagerungsdichte	kg/m ³
	Anfangswassergehalt	V.-Prozent
	Organischer Kohlenstoffgehalt	M.-Prozent
	Erosionswiderstand	N/m ²
	Hydraulische Rauigkeit	s/m ^{1/3}
	Bodenbedeckungsgrad	Prozent
	Korngrößenverteilung für 9 Bodenarten	M.-Prozent
	Skinfaktor	-
	Gesättigte hydraulische Leitfähigkeit	m/s
	Relief	
	x,y,z-Koordinaten	m
	Niederschlag	
AUSGABEPARAMETER	Niederschlagsdauer	min
	Niederschlagsintensität	mm/min
	Einzelzellenbezogene Parameter (beliebige Flächenzelle)	
	Erosion, Deposition (Sedimentbilanz)	kg/m ²
	Abflussvolumen	m ³ /m
	Gerinnebezogene Parameter (beliebige Zelle im Vorfluternetz)	
	Spezifisches Abflussvolumen aus dem Einzugsgebiet des Vorfluternetzes	m ³ /m
	Spezifischer Sedimentzufluss in das Vorfluternetz	kg/m
	Nettoerosion im Einzugsgebiet des Vorfluternetzes	t/ha
	Ton- bzw. Schluffanteil des eingetragenen Sediments	M.-Prozent
	Einzugsgebietsbezogene Parameter (beliebige Zelle im EZG)	
	Zufluss aus dem jeweiligen Einzugsgebiet	m ³ /m
	Sedimentzufluss aus dem jeweiligen Einzugsgebiet	kg/m
	Sedimentkonzentration	kg/m ³
	Tonanteil des transportierten Sediments	M.-Prozent
	Schluffanteil des transportierten Sediments	M.-Prozent
	Gesamtaustrag aus dem Zelleinzugsgebiet, differenziert nach 9 Korngrößenklassen	kg/m
	Durchschnittlicher Abtrag innerhalb des jeweiligen Zelleinzugsgebietes	t/ha
	Durchschnittliche Deposition innerhalb des jeweiligen Zelleinzugsgebietes	t/ha
	Durchschnittlicher Austrag (Nettoerosion) aus dem jeweiligen Zelleinzugsgebiet	t/ha

Weil EROSION-3D ausschließlich die Oberflächenabflussentstehung prognostiziert, ist vor der Anwendung zur Prognose des Gebietsabflusses eine entsprechende Bewertung dieser Abflusskomponente in Bezug auf die Bedeutung für den Gesamtabfluss vorzunehmen. Die maximale Auflösung des durch Rasterzellen dargestellten Landschaftsausschnittes beträgt 1 m, liegt aber - in Abhängigkeit von der Genauigkeit des Geländemodells - üblicherweise zwischen 5 und 20 m. Die Simulation einzelner Niederschlagsereignisse erfolgt in Zeitschritten von 1 bis 10 min Dauer. Zur Berechnung des langfristigen Bodenabtrags können Serien aus einer beliebigen Anzahl einzelner Niederschlagsereignisse (Sequenzen) simuliert werden.

Die für die Berechnung des Oberflächenabflusses und des Bodenabtrags erforderlichen Eingabeparameter für das Modell sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die zur Ableitung der Eingabeparameterwerte verwendeten Datengrundlagen werden in den folgenden Abschnitten beschrieben. Tabelle 3 enthält ebenfalls die für jedes Niederschlagsereignis von EROSION-3D prognostizierten Ausgabeparameter. Durch die rasterzellenbasierte Darstellung des Einzugsgebiets lassen sich die Entstehungsbereiche des Oberflächenabflusses und der Erosion (On-Site-Schäden) sowie die Übertrittsstellen in das Gewässernetz bzw. auf angrenzende Flächen (Off-Site-Schäden) räumlich identifizieren und quantitativ bewerten.

3.7.3 Datengrundlagen und Parametrisierung

3.7.3.1 Niederschlag

Für die Simulationen wurden die in Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellten und in Tabelle 3 beschriebenen Niederschlagsereignisse ausgewählt. Wesentlichstes Auswahlkriterium war der eindeutig erkennbare Zusammenhang zwischen dem Niederschlagsereignis und dem hierdurch ausgelösten Abflussereignis. Prinzipiell zeigt das Einzugsgebiet bei den in den Sommermonaten 2004 und 2005 analysierten NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-Ereignissen eine sehr schnelle Abflussreaktion, da der Zeitraum zwischen den Niederschlags- und Abflussspitzen in der Regel nur 1–2 Stunden beträgt. Die kurze Abflusskonzentrationszeit lässt auf einen hohen Oberflächenabflussanteil am ereignisbezogenen Direktabfluss schließen.

Für die Anwendung von EROSION-3D wurden die mit einer zeitlichen Auflösung von 15 min vorliegenden Beobachtungsdaten in Intensitätsintervalle von 1 min Dauer umgerechnet. Prinzipiell werden durch die Durchschnittsbildung die Intensität und Höhe sowie der Zeitpunkt der Niederschlags-spitze(n) nur näherungsweise erfasst. Die für drei Niederschlagsstationen angegebenen Beobachtungsdaten wurden mit Hilfe der Thiessen-Polygonierung (DYCK & PESCHKE 1995) entsprechenden Gebietsanteilen zugeordnet.

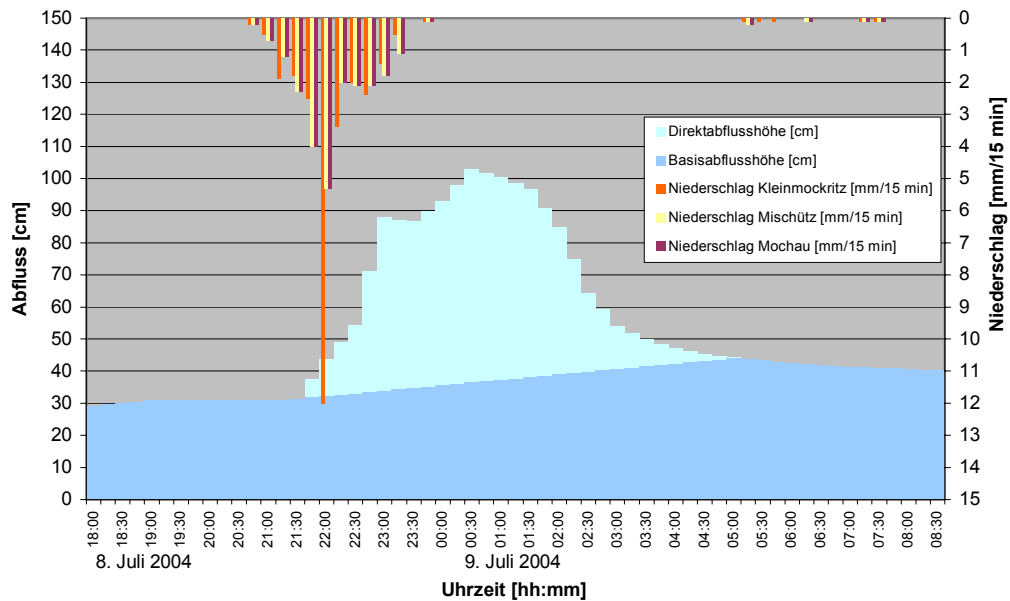


Abbildung 13: Pegel Jahna: Beobachteter Niederschlagsverlauf und Abflussganglinie für das Niederschlags-Abfluss-Ereignis am 8. Juli 2004. Die Trennung zwischen Direkt- und Basisabfluss ist geschätzt

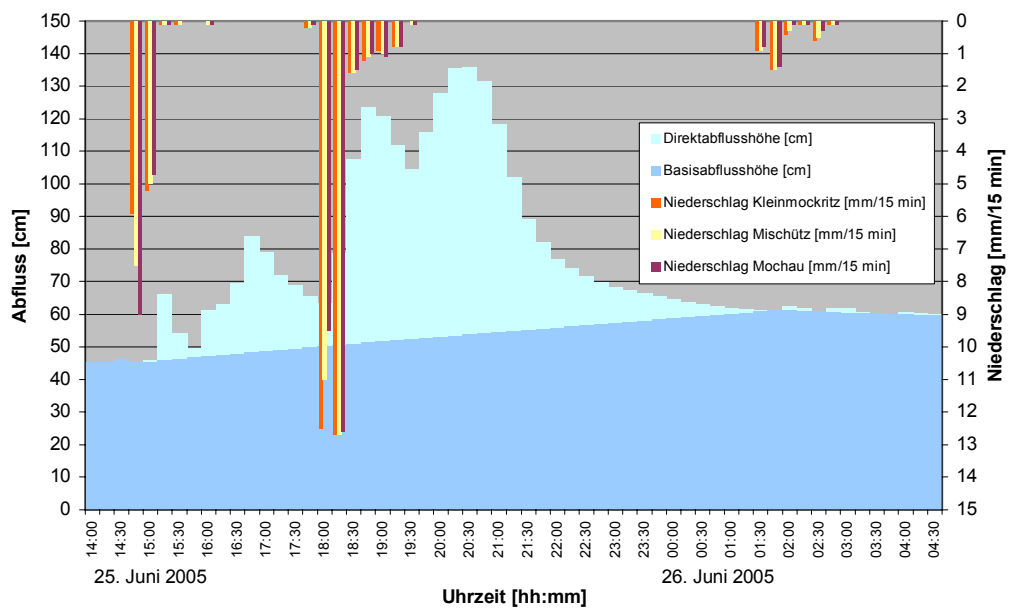


Abbildung 14: Pegel Jahna: Beobachtete Abflussganglinien für das Niederschlags-Abfluss-Ereignis am 25. Juni 2005. Die Trennung zwischen Direkt- und Basisabfluss ist geschätzt

Für den Vergleich der beobachteten und prognostizierten Abflüsse am Pegel der Multisensormodul-Messstation wurde nur der Gebietsniederschlag im Pegel Einzugsgebiet berücksichtigt (s. Abbildung 1). Die Kenngrößen der ausgewählten Niederschlagsereignisse enthält Tabelle 4. Der Vergleich mit dem statistischen 2-, 5- und 10-jährlichen Starkregenereignis des Parameterkatalogs Sachsen (SCHMIDT et al. 1996) zeigt, dass die beobachteten Ereignisse bei ähnlicher Gesamthöhe eine jeweils geringere Spitzenintensität sowie längere Dauer aufweisen.

Tabelle 4: Niederschlagskenndaten der für die Prognose ausgewählten NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-Ereignisse. Die Flächenanteile der einzelnen Stationen betragen - nach Thiessen-Polygonierung und bezogen auf das Pegel-Einzugsgebiet - für Kleinmockritz 24,6 Prozent, Mischütz 13,9 Prozent und Mochau 61,5 Prozent

Parameter	Station	Beobachtete Niederschlagsereignisse (zeitl. Auflösung 15 min)		Statistische Vergleichs-Ereignisse Region Dresdner Elbtalgebiet (zeitl. Auflösung 10 min)		
		08.07.2004	25.06.2005	2-jährl.	5-jährl.	10-jährl.
Ereignisdauer [h:min]	Kleinmockritz	20:45-23:45	17:45-19:15	1:20	1:20	0:40
		3:00	1:30			
	Mischütz	20:45-23:45	17:45-19:30			
		3:00	1:45			
	Mochau	20:45-23:45	17:45-19:30			
		3:00	1:45			
Gesamthöhe [mm]	Kleinmockritz	28,7	29,9	25,0	29,9	27,7
	Mischütz	22,9	28,5			
	Mochau	22,9	26,7			
Spitzenintensität [mm/h]	Kleinmockritz	13,6	50,8	67,2	85,2	99,0
	Mischütz	21,2	50,8			
	Mochau	21,2	50,4			

Quelle: SCHMIDT et al. 1996, KORNMANN 2005

3.7.3.2 Abfluss

Alle nachfolgenden *hydrologischen* Aussagen zum Vergleich der beobachteten und prognostizierten Abflüsse beziehen sich auf den Standort bzw. das zugehörige Einzugsgebiet der Multisensormodul-Messstation (Abbildung 1). Alle *Landnutzungsdaten* beziehen sich auf das gesamte Einzugsgebiet des Stausees einschließlich seiner unmittelbaren Zuflüsse.

Für die Bewertung der hydrologischen Gebietsreaktion und die Prüfung der Oberflächenabflussprognose von EROSION-3D wurde aus den Pegeldaten für beide Abflussereignisse der Direktabflussanteil geschätzt. Die Pegel- und Gebietsniederschlagsdaten beziehen sich auf das Einzugsgebiet des Pegels Mischütz, der rd. 0,2 km vor der Stauwurzel des Baderitzer Teiches liegt. Für die Schätzung musste zunächst die Pegelschlüsselkurve bis zur Pegelhöhe von 150 cm extrapoliert werden, da Durchflussmessungen nur bis zu einer Pegelhöhe von 47 cm vorlagen. Unter Annahme eines kombinierten Rechteck-Trapezprofils am Pegelstandort, von Schätzwerten für die hydraulische Rauigkeit des Gerinnes und die Sohlneigung wurde unter Verwendung der Strickler-Formel (LECHER et al. 2001) die in Abbildung 15 dargestellte Schlüsselkurve entwickelt. Der in Abbildung 15 dargestellte rote Kurvenabschnitt wurde durch Interpolation der Messdaten bestimmt. Der blaue Abschnitt wurde unter Berücksichtigung der lokalen Querschnitts-, Neigungs- und hydraulischen Rauigkeitsverhältnisse (Manning-Stricker-Formel) extrapoliert (s. Abbildung 15).

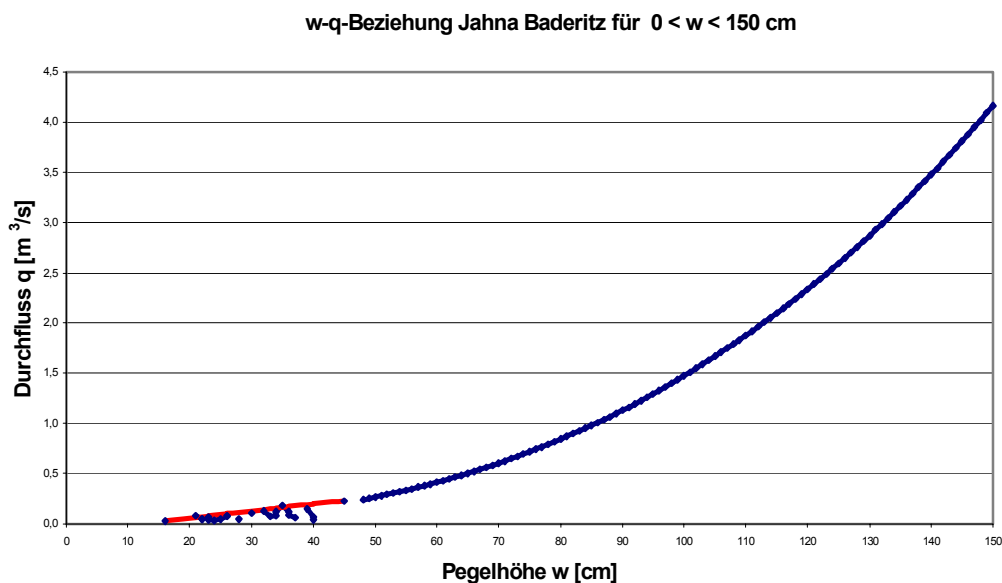


Abbildung 15: Pegelschlüsselkurve (Abflusskurve) des Pegels Jahna (Multisensormodul-Messstation)

Für die beiden NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-Ereignisse wurden auf Grundlage der Abflusskurve, der aufgezeichneten Pegelhöhen sowie der Unterteilung der Abflussganglinie in die Basis- und

Direktabflusskomponente (DYCK & PESCHKE 1995) anschließend die in Tabelle 5 genannten Abflusskennzahlen geschätzt. Der Vergleich der geschätzten mit den nach dem SCS-Curve-Number-Verfahren (LECHER et al. 2001) bestimmten Direktabflüssen zeigt, dass die aus der Abflusskurve abgeleiteten Werte des ereignisbezogenen Direktabflusses eine realistische Größenordnung besitzen.

Tabelle 5: Abflusskenndaten der ausgewählten Niederschlags-Abfluss-Ereignisse

Parameter	08.07.2004 21:45 - 1:45	25.06.2005 18:15 - 5:00
Gebietsniederschlag (interpoliert) [m ³]	420.583	579.549
im Pegel Einzugsgebiet [Prozent]	100	100
Direktabfluss am Pegel (geschätzt) [m ³]	14.931	25.995
[Prozent Gebietsniederschlag]	4	5
Direktabflussanteil (geschätzt nach [Prozent Gebietsniederschlag]) SCS-Curve-Number-Verfahren, Bodentyp B)		
CN 81: Landwirtschaft ohne Erosionsschutz-Maßnahmen	9	12
CN 76: Landwirtschaft Getreide, Futterpflanzen	3	5
CN 71: Landwirtschaft mit Erosionsschutz-Maßnahmen	0	2

3.7.3.3 Digitales Geländemodell

Die Fliessrichtung des Oberflächenabflusses wird von EROSION-3D auf der Grundlage einer in homogene Rasterelemente diskretisierten Geländeoberfläche berechnet. Neben der Lage- und Höhengenaugkeit der topographischen Koordinaten ist - insbesondere auf gering geneigten Flächen - die räumliche Punktdichte wichtiger Bestimmungsfaktor für die realistische Prognose der Abflussbewegung.

Für die Simulation wurde in dieser Untersuchung das digitale Geländemodell des Amtlichen Topographischen Karteninformations-Systems (ATKIS-DGM) mit einem Höhenpunktabstand von 20 m und einer Höhengenaugkeit von +/-1 m verwendet (ANONYM 2005). Dieser Wert wurde auch als Rasterweite für die räumliche Gebietsdarstellung gewählt. Das Reliefmodell wurde nach Prüfung der Plausibilität der Geländemorphologie unmittelbar für die Simulation verwendet. Für zukünftige Untersuchungen wird empfohlen, das für das Einzugsgebiet im Rahmen einer detaillierten Reliefanalyse und -bewertung erstellte 10 m-Geländemodell des Landesamtes für Umwelt und Geologie (KÖTHE et al. 2005) zu verwenden.

3.7.3.4 Boden

EROSION-3D benötigt zur Simulation der vertikalen Wasserbewegung (Infiltration) im Boden Eingabewerte zu folgenden Parametern:

- Bodenschichtung [m]
- Bodenbedeckungsgrad [Prozent] für die oberste (0.) Schicht
- Hydraulische Rauigkeit [$\text{s/m}^{1/3}$] für die oberste (0.) Schicht
- Erosionswiderstand [N/m^2] für die oberste (0.) Schicht
- Bodenart [M.-Prozent]
- Lagerungsdichte [g/cm^3]
- Organischer Kohlenstoffgehalt [M.-Prozent]
- Anfangswassergehalt [V.-Prozent]
- Skinfaktor [-]
- Gesättigte hydraulische Leitfähigkeit [mm/min] für die unterste Schicht.

Grundlage für die Parametrisierung der bodenkundlichen Variablen ist die digitale Konzeptbodenkarte 1:50 000 (BK_{KONZ}) des Landesamtes für Umwelt und Geologie. Die BK_{KONZ} entstand als Produkt der Verschneidung der Konturen und Inhalte der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK, Aufnahme 1977-1979) und der Waldbodenkarte (WBK, Aufnahme 1980-1990). Zur Erstellung der flächendeckenden BK_{KONZ} sind die jeweiligen Karteninhalte einheitlich in die Nomenklatur der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Anonym 1994) überführt worden. Die Vorgehensweise bei den einzelnen Eingabeparametern ist in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

Im Untersuchungsgebiet vertretene Bodentypen und Bodenarten sind in Kapitel 2.2 erläutert und aus Abbildung 3 ersichtlich. Da für die Simulation mit EROSION-3D die Bodeninformation flächendeckend vorliegen muss, wurde für die in Abbildung 3 erkennbaren Fehlstellen die Bodeninformation aus der Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK 200) des LfUG ergänzt.

Bodenschichtung, Bodenart, Organischer Kohlenstoffgehalt

Für die Eingabeparameter 'Schichtgrenzen', 'Bodenart' und 'organischer Kohlenstoffgehalt' wurden die in der BK_{KONZ} enthaltenen Werte direkt entnommen. In der Flächeninformation der BK_{KONZ} sind diese Parameter, nach Bodenschichten differenziert, bis zu einer Ansprachetiefe von maximal 1,5 m differenziert ausgewertet. Für diese Parameter wurden keine bodenbearbeitungsabhängigen Variationen der Eingabewerte vorgenommen.

Die flächendeckende Wertebestimmung für die nachfolgend genannten Eingabeparameter wurde teilautomatisiert mit Hilfe des Programms 'Datenbank-Prozessor' Version 1.5 (Von WERNER & SCHRÖDER 2005) durchgeführt, da die damit verbundene Datenbank (digitaler Parameterkatalog) nach Bodenbearbeitungsart differenzierte Werte enthält.

Anfangswassergehalt

Für beide Niederschlagsereignisse wurde auf Grund der Vegetationsentwicklung und Vorregenerereignisse im Datenbank-Prozessor die Bodenfeuchteoption 'normal' gewählt. Im Vergleich zur konventionellen werden für die konservierende Bodenbearbeitung – bei gleicher Boden- und Fruchtart – leicht erhöhte Anfangswassergehalte aus der Datenbank abgeleitet.

Für das Niederschlagsereignis im Juli 2004 wurden die mit Hilfe des Datenbank-Prozessors bestimmten Bodenfeuchtwerte für beide Szenarien pauschal um den Faktor 0,9 reduziert, um die Wirkung der geringen Niederschlagshöhe in den Vorwochen – zusammen mit der Vegetationsentwicklung und der Verdunstung – auf die Anfangsfeuchte realistisch zu erfassen.

Skinfaktor

Der Skinfaktor quantifiziert die Wirkung der Bodenstruktur auf die die Infiltrationsrate steuernde hydraulische Leitfähigkeit. Er ist ein Maß für die Abweichung der Leitfähigkeit von dem Schätzwert, der sich bei ausschließlich kapillarem Matrixfluss einstellen würde. Der Wert des Skinfaktors berücksichtigt damit die Oberflächenverschlammung, die Bodenverdichtung und den (gravitativen) Makroporenfluss auf die Infiltrationsrate.

Für alle Ackernutzungen im Untersuchungsgebiet wurden die Skinfaktoren unter Verwendung des Datenbank-Prozessors aus dem digitalen Parameterkatalog Sachsen flächendeckend bestimmt. Im Vergleich zur konventionellen werden für die konservierende Bodenbearbeitung – bei gleicher Boden- und Fruchtart – deutlich höhere Skinfaktorwerte aus der Datenbank abgeleitet. Die Werte erfassen damit die langfristig infiltrationssteigernde Wirkung der zum Zeitpunkt der NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-Ereignisse bereits länger zurückliegenden Bodenbearbeitungsgänge (hier: Grubber).

Bodenbedeckungsgrad

Der nur für die oberste Bodenschicht erforderliche Eingabewert wurde ebenfalls mit Hilfe des Datenbank-Prozessors unter Berücksichtigung der Kulturarten, Feldzustände und Bearbeitungsverfahren bestimmt. Im Vergleich zu konventionellen wird für konservierend bestellte Flächen für die Prognosemonate Juni und Juli auf Grund der Bestandsentwicklung ein nur leicht erhöhter Bedeckungsgrad bestimmt.

Hydraulische Rauigkeit

Neben der Hangneigung und der Abflussrate wird die Geschwindigkeit und Transportkapazität des Oberflächenabflusses durch die Rauigkeit der Bodenoberfläche bestimmt. Die Parametrisierung erfolgte nach dem gleichen Ansatz wie beim Bodenbedeckungsgrad.

Erosionswiderstand

Der Erosionswiderstand kennzeichnet das Vermögen der Bodenoberfläche, den abtragenden Impulsen des Niederschlags (*Splash*) und des Oberflächenabflusses zu widerstehen. Ähnlich wie der Skinfaktor ist dieser Parameter stark von der (Stabilität der) Bodenstruktur abhängig. Wie bei der Bestimmung des Bodenbedeckungsgrades und der hydraulischen Rauigkeit erfolgte die Parametrisierung mit Hilfe des Datenbank-Prozessors.

Gesättigte hydraulische Leitfähigkeit der untersten Schicht

Die gesättigte Leitfähigkeit der untersten Bodenschicht bestimmt die Geschwindigkeit des Grundwasserabstroms, dessen Fließrichtung im Modell als ausschließlich parallel zum lokalen Gefälle der Geländeoberfläche angenommen wird. Die Geschwindigkeit bestimmt die Infiltrationsrate des Niederschlags, nachdem die Befeuchtungsfront bis zur Grundwasseroberfläche vorgedrungen ist. Weilauf Grund der kurzen Dauer der simulierten Niederschläge die Befeuchtungsfront die maximale Tiefe der in der BK_{KONZ} enthaltenen Bodenprofile nicht überschreitet, wurde die letzte Schicht des jeweils angegebenen Profils bis in die Tiefe 'unendlich' verlängert.

3.7.3.5 Landnutzung

Basisszenarien 'Ist-Stand' 2004 und 2005

Zu jedem der Niederschlag-Abfluss-Ereignisse Juli 2004 bzw. Juni 2005 wurde die Realnutzungskulisse der ackerbaulichen Nutzung einschließlich Schlaggrenzen und Bodenbearbeitungsart verwendet, die durch Recherche der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in den Landwirtschaftsbetrieben erhoben worden sind. Ergänzt durch die topographischen Objektklassen des Digitalen ATKIS-Landschaftsmodells 1:25.000 (ANONYM 2005) konnte die zu jedem Ereignis vollständige digitale Karte der Realnutzung hergestellt werden (Abbildung 16 und Abbildung 17). Zusammen mit der Bodenkarte dient bei allen Szenarien die flächendeckende und zum jeweiligen Niederschlag-Abfluss-Ereignis aktualisierte Landnutzungskarte als Basisinformation für die Datenbank gestützte Ableitung der Eingabeparameterwerte für EROSION-3D.

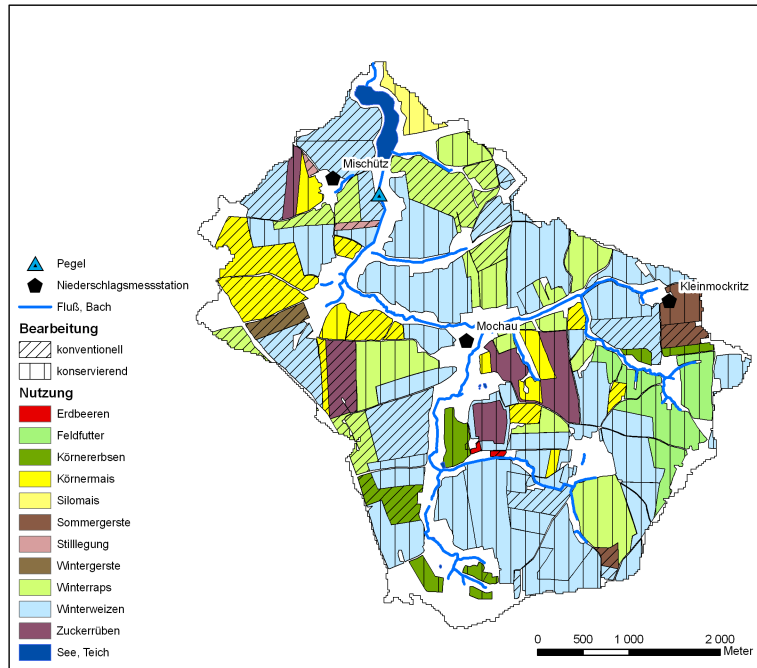


Abbildung 16: Ist-Stand-Szenario Juli 2004: Kulturarten und Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz

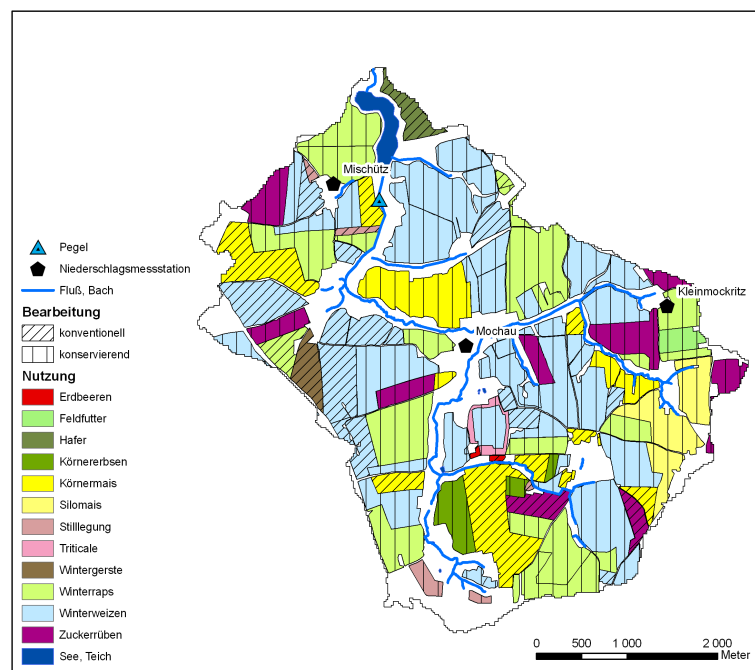


Abbildung 17: Ist-Stand-Szenario Juni 2005: Kulturarten und Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz

Tabelle 6: Anteile der Landnutzungen, Kulturarten und Bearbeitungsverfahren im Einzugsgebiet Stausee Baderitz für die Ist-Stand-Szenarien Juli 2004 und Juni 2005 sowie das Worst-Case-Szenario Juni 2005

Land-nutzung (ATKIS)	Kulturart (SLfL)	Boden-bearbei-tungsart (SLfL)	Ist-Stand 2004		Ist-Stand 2005		Worst Case 2005	
			Flächen-umfang [ha]	Anteil EZG Stausee Baderitz [Prozent]	Flächen-umfang [ha]	Anteil EZG Stausee Baderitz [Prozent]	Flächen-umfang [ha]	Anteil EZG Stausee Baderitz [Prozent]
Siedlung, Industrie, Verkehr, Sonstige			158,5	7,8	siehe Ist-Stand 2004		siehe Ist-Stand 2004	
Gewässer			18,3	0,9				
Wald			25,2	1,2				
Grünland			117,7	5,8				
Ackerland (AL) gesamt (ATKIS)			1724,9	84,4				
davon Ackerland aktuell (SLfL-Kart.)			1536,5	75,2				
	davon (AL akt. = 100 Prozent)		ha	Prozent AL akt.	ha	Prozent AL akt.	ha	Prozent AL akt.
	Erdbeeren	(Kons)	1,8	0,1	1,8	0,1	1,8	0,1
	Feldfutter	Konv.	-	-	-	-	11,4	0,7
		Kons.	83,4	5,4	11,4	0,7	-	-
	Hafer	Konv.	-	-	16,2	1,1	16,2	1,1
	Körner- erbsen	Konv.	21,0	1,4	-	-	31,2	2,0
		Kons.	36,6	2,6	31,2	2,0	-	-
	Körnermais	Konv.	115,1	7,5	147,3	9,6	222,1	14,5
		Kons.	40,1	2,6	74,8	4,9	-	-
	Sommer- gerste	Konv.	16,0	1,0	-	-	-	-
		Kons.	17,4	1,1	-	-	-	-
	Silomais	Konv.	-	-	-	-	67,1	4,4
		Kons.	16,2	1,1	67,1	4,4	-	-
	Stilllegung	-	5,6	0,4	16,1	1,0	16,1	1,0
	Triticale	Konv.	-	-	-	-	8,2	0,5
		Kons.	-	-	8,2	0,5	-	-
	Winter- gerste	Konv.	12,5	0,8	17,9	1,2	17,9	1,2
	Winterraps	Konv.	109,5	7,1	15,3	0,9	353,7	23,0
		Kons.	169,2	11,0	338,4	22,0	-	-
	Winter- weizen	Konv.	211,8	13,8	149,3	9,7	393,1	25,6
		Kons.	588,8	38,3	516,9	33,6	273,1	17,8
	Zucker- rüben	Konv.	25,3	1,6	24,9	1,6	124,6	8,1
		Kons.	66,4	4,3	99,7	6,5	-	-
	Summe	Konv. AL	511,2	33,2	370,9	24,1	1 245,5	81,1
		Kons. AL	1 019,9	66,5	1 149,5	74,7	273,9	17,9

Änderungsszenarien 'Vollständig konservierende Bodenbearbeitung' 2004 und 2005 (Best Case)

Für die Bewertung der durch vollständige Umstellung auf konservierende Bodenbearbeitung erzielbaren Minderung des Oberflächenabflusses wurden alle Ackerflächen virtuell auf die Bodenbearbeitungsart 'konservierend/Grubber' umgestellt. Wie die Übersicht der Kultur- und Bearbeitungsanteile für die Ist-Stand-Szenarien 2004 und 2005 in Tabelle 6 zeigt, steigt durch die vollständige Umstellung aller Ackerflächen (Spalte 'Ackerland aktuell') der konservierend bearbeitete Einzugsgebietsanteil von 50 Prozent (2004) bzw. 56 Prozent (2005) auf den gesamten ackerbau-lich genutzten Einzugsgebietsanteil von 75,2 Prozent. Die Gebietseigenschaften der übrigen Landnutzungsarten wurden bei den Best-Case-Szenarien nicht verändert. Für die Best-Case-Szenarien wurden alle Ackerschläge mit der o. g. Bodenbearbeitungsvariante attribuiert. Die innerhalb des Datenbank-Prozessors verfügbare Option 'Direktsaat' wurde auf Grund der in mittelfristiger Perspektive unwahrscheinlichen Umsetzung im Einzugsgebiet nicht gewählt.

Änderungsszenario 'Konservierende Bodenbearbeitung nur zu Winterweizen nach Winterraps' 2005 (Worst Case)

Auf Grund des bestehenden hohen Umfangs konservierend bearbeiteter Flächen bzw. Kulturarten wurde als 'schlimmster Fall' (Worst Case) die Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung ausschließlich zur Winterweizensaat nach Winterraps gewählt (Abbildung 18).

Das Szenario repräsentiert die in Bezug auf die Vorfrucht- und Bearbeitungswirkung 'einfachste' Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung nach dieser Vorfrucht. Sie ist durch die gute Bodengare und die verbleibende Stickstoff-Restmengen des Winterrapses begründet.

Das Worst-Case-Szenario wurde nur für das Niederschlagsereignis Juni 2005 entwickelt, da für das Ereignis im Juli 2004 keine Informationen zu den Vorkulturen 2003 verfügbar waren. Wie Abbildung 18 zeigt, sinkt bei Anwendung dieses Szenarios auf die Nutzungskulisse 2005 der Anteil der konservierend bestellten Flächen von ca. 75 auf 18 Prozent. Bei einem Einzugsgebietsanteil der Ackerflächen von rd. 75 Prozent entspricht dies einem Rückgang von ca. 56 Prozent auf 14 Prozent der Gesamtfläche.

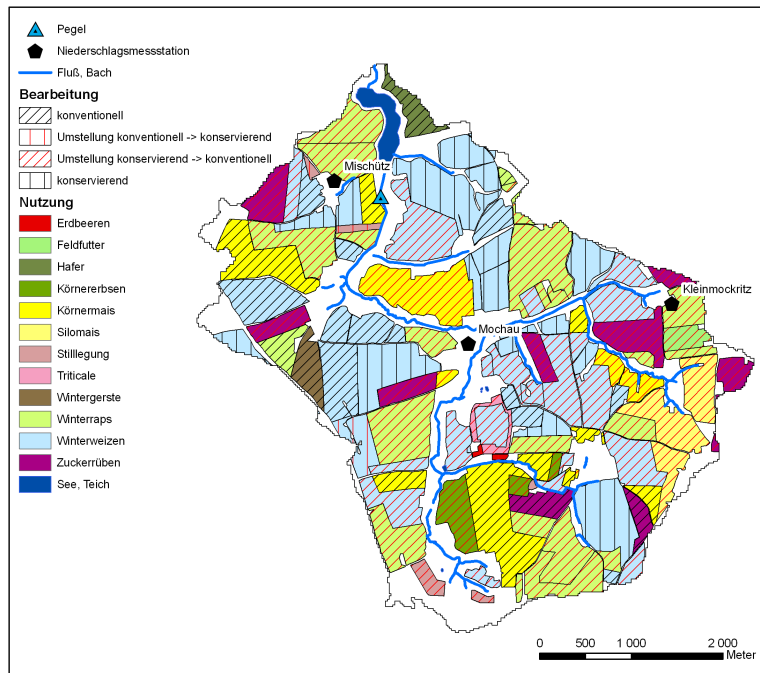


Abbildung 18: Worst-Case-Szenario Juni 2005: Kulturarten und angenommene Umstellungsflächen auf konventionelle Bodenbearbeitung. Die rote Schraffur markiert Flächen mit im Vergleich zum Ist-Stand-Szenario 2005 unterschiedlicher Bearbeitung

3.7.3.6 Elementarflächengenerierung

Für die Bildung der Elementarflächen im Einzugsgebiet wurden die folgenden Unterscheidungskriterien verwendet:

- Realnutzung (ATKIS bzw. Schlagkarte)
- Bodenart (BK_{KONZ} bzw. BÜK 200)
- Bodenbearbeitungsart (SLfL-FuE-Vorhaben)

Bei der Attributierung der Elementarflächen mit den übrigen Eingabedaten für EROSION-3D (Tabelle 3) wurde das computergestützte Ableitungsprogramm 'Datenbank-Prozessor' (VON WERNER & SCHRÖDER 2005) verwendet. Zur Reduzierung der Gefahr der Überprognose der Abflussbildung auf Siedlungsflächen (100 Prozent Bodenbedeckung!) wurde die aus dem ATKIS DLM als – weitgehend unversiegelt vorausgesetzten - Siedlungsbereiche mit der Nutzungsart 'Gartenland' attribuiert. Datenlücken in den Nutzungs- und Bodendaten wurden mit folgenden Globalwerten bei den Voreinstellungen des Datenbank-Prozessors attribuiert:

- Nutzung: Wiese, normaler Bestand, 0 Prozent Mulch
- Boden: mittel toniger Schluff, Bearbeitung Pflug, normaler Anfangswassergehalt.

4 Ergebnisse

4.1 Niederschlags- und Pegelmessungen

In Abbildung 19 und Abbildung 20 sind für die Jahre 2004 bzw. 2005 die Niederschlags- und Pegelmessungen zusammenfassend dargestellt. Bei der Niederschlagskurve handelt es sich um den Mittelwert der drei im Untersuchungsgebiet aufgestellten Niederschlagsmessgeräte. Das Pegelmessgerät wurde im Einzeljahr Mitte April wieder eingebaut, so dass erst ab diesem Zeitpunkt bis in den Spätherbst des jeweiligen Messjahres Pegelstandsmessungen vorliegen. Im Jahr 2005 verzögerte sich der Beginn der Pegelmessung auf Grund einer Störung bis Mitte Mai des Jahres (Abbildung 20). Abbildung 19 und Abbildung 20 belegen, dass die obere Jahna (Zufluss zum Stausee Baderitz) sehr schnell (z. T. innerhalb von 30 Minuten) nach einem Starkregenereignis im Einzugsgebiet mit einem deutlichen Pegelanstieg reagiert. Gleichzeitig fällt der Wasserstand nach dem Regenereignis rasch wieder auf den Ausgangswert zurück. Hieraus lässt sich ableiten, dass im Einzugsgebiet in größeren Umfängen Oberflächenabfluss stattfindet. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass vermutlich infolge flächenhafter Verschlammung auf den Ackerflächen die Wasserinfiltration deutlich eingeschränkt ist. Hieraus ergibt sich ein entsprechendes Optimierungspotenzial für die Wasserinfiltration auf den Ackerflächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz zur Minderung bzw. Verhinderung von Oberflächenabfluss und Bodenerosion durch Wasser. Dies ist ein Hinweis dafür, dass für eine nachhaltige Verbesserung der Gewässerqualität des Stausees Baderitz im gesamten Einzugsgebiet ein abfluss- sowie erosionsmindernder Ackerbau betrieben werden muss. Das kann nur durch ein gleichgerichtetes Handeln aller im Einzugsgebiet wirtschaftenden Landwirte erreicht werden.

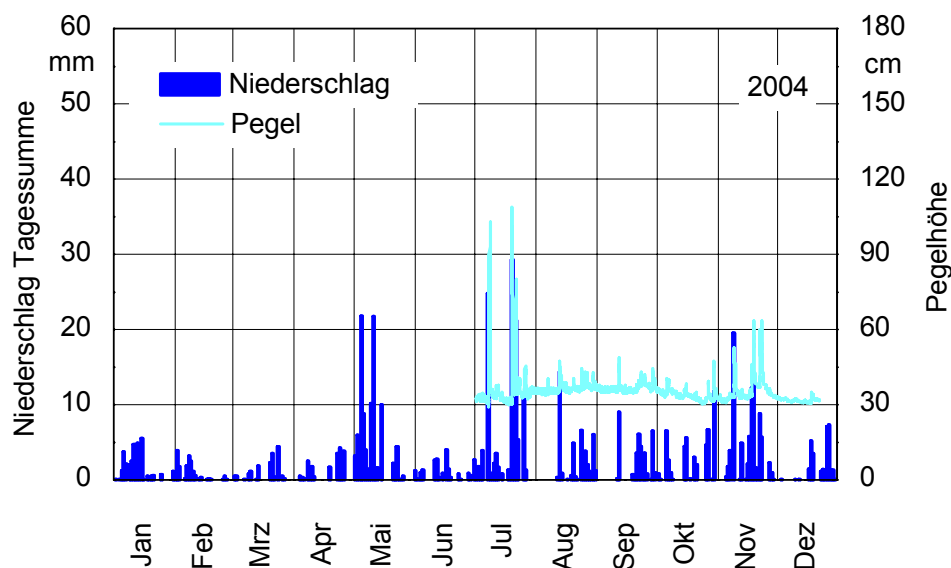


Abbildung 19: Niederschlags- und Pegeldaten Einzugsgebiet Stausee Baderitz 2004

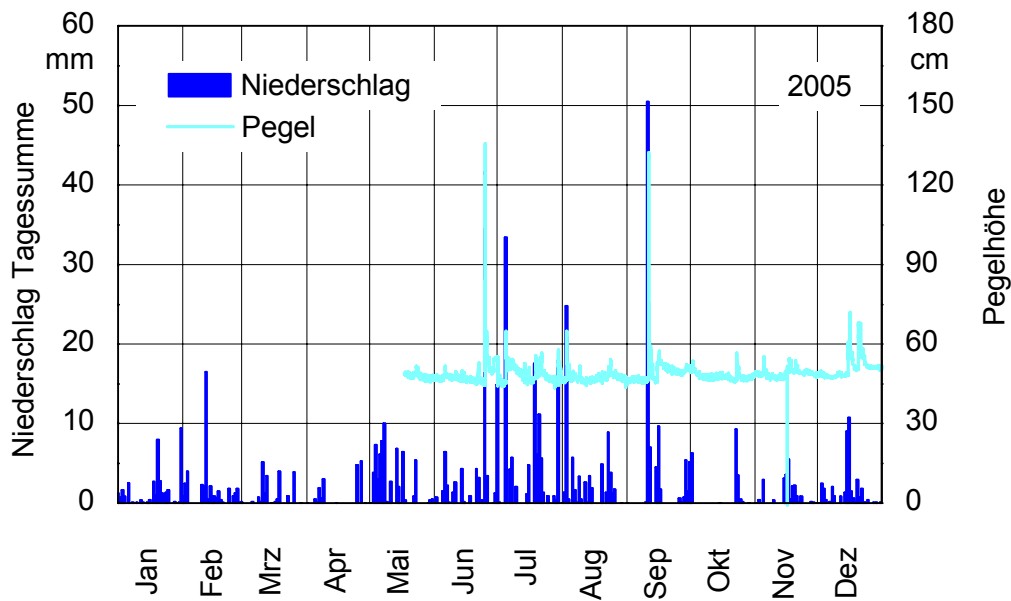


Abbildung 20: Niederschlags- und Pegeldaten Einzugsgebiet Stausee Baderitz 2005

4.2 Anbauverhältnisse

4.2.1 Anbauverhältnisse Erntejahr 2004

Die Darstellung der Anbauverhältnisse auf den ackerbaulich genutzten Flächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz im Erntejahr 2004 zeigt Abbildung 21.

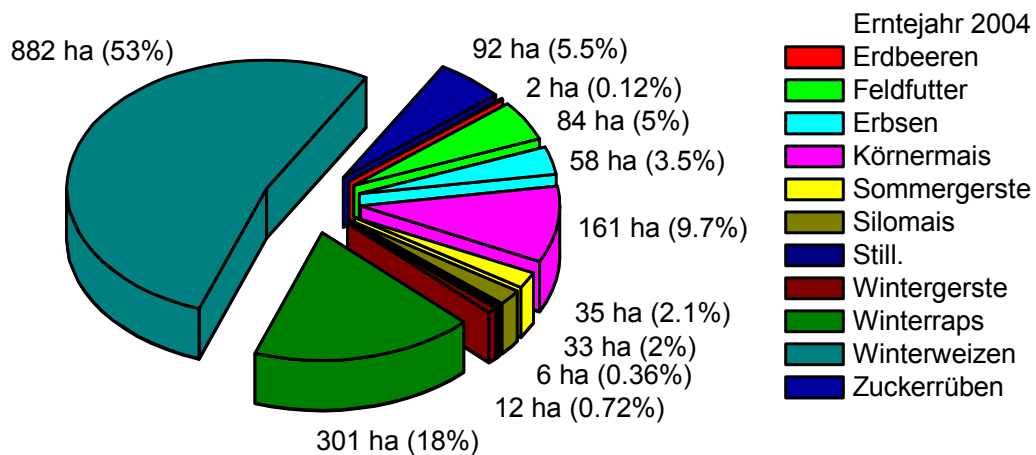


Abbildung 21: Anbauverhältnisse auf Ackerflächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz 2004

Den größten Anteil der Ackerkulturen stellt dabei der Winterweizen, der 2004 auf ca. 53 Prozent der Ackerfläche im EZG angebaut wurde, gefolgt von Winterraps mit ca. 18 Prozent und Mais mit

ca. 12 Prozent. Der Anbau von Zuckerrüben erfolgt auf ca. 6 Prozent, Feldgras und Erbsen folgen mit ca. 5 Prozent bzw. 3 Prozent. Der Gerstenanbau spielt im Erntejahr 2004 mit Sommergerste auf ca. 2 Prozent und Wintergerste mit unter 1 Prozent der Ackerfläche nur eine geringe Rolle (Abbildung 21). Da zahlreiche Betriebe aber nur einen geringen Flächenanteil ihrer gesamten Ackerfläche innerhalb des Einzugsgebietes haben und überwiegend außerhalb des Untersuchungsgebietes wirtschaften, sind jährlich deutliche Schwankungen der beschriebenen Anbauanteile zu erwarten.

4.2.2 Anbauverhältnisse Erntejahr 2005

Eine Übersicht der Anbauverhältnisse auf den ackerbaulich genutzten Flächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz im Erntejahr 2005 wird in Abbildung 22 dargestellt. Den größten Anteil der Ackerkulturen stellt wiederum Winterweizen, der 2005 auf ca. 42 Prozent der Ackerfläche angebaut wird, gefolgt von Winterraps mit ca. 23 Prozent und Mais mit ca. 18 Prozent. Der Anbau von Zuckerrüben erfolgt auf ca. 11 Prozent. Der Gerstenanbau spielt im Erntejahr 2005 mit Wintergerste auf unter 0,5 Prozent der Ackerfläche praktisch keine Rolle. Besonders die Zunahme der Zuckerrübenflächen von 2004 zu 2005 um 5 Prozent auf 11 Prozent der Ackerflächen im Einzugsgebiet zeigt, welche Schwankungen im Anbauumfang einzelner Kulturen von einem Jahr zum anderen möglich sind. Dies bedeutet, dass für bestimmte Fragestellungen (z. B. Erosionssimulation im Gebiet für ein konkretes Einzeljahr) die Nutzung bzw. der Umfang der angebauten Fruchtarten erhoben werden muss.

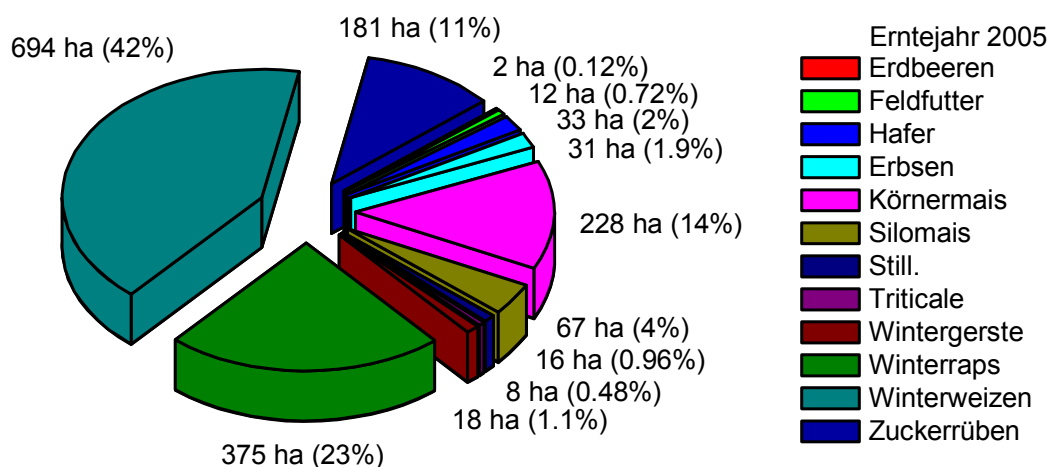


Abbildung 22: Anbauverhältnisse auf Ackerflächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz 2005

4.3 Bodenbearbeitung in den Untersuchungsjahren 2004 und 2005

Die Darstellung der durchgeführten Maßnahmen zur Grundbodenbearbeitung in den Anbaujahren 2004 und 2005 zeigt Abbildung 23. Dabei nahm der Anteil der konservierend bestellten Ackerflächen im Einzugsgebiet von 67 Prozent im Jahr 2004 auf 76 Prozent im Jahr 2005 zu, während der Anteil gepflügter Flächen von 33 Prozent auf 24 Prozent zurückging. Diese Zunahme der konservierend bestellten Ackerfläche ist nur zu einem Teil auf die Zunahme des Rapsanbaus im Erntejahr 2005 zurückzuführen, der als ausgezeichnete Vorfrucht die nachfolgende pfluglose Bestellung einfach und mit sicherem Erfolg ermöglicht, selbst jedoch höhere Anforderungen an die pfluglose Bodenbearbeitung stellt. Darüber hinaus erfolgte 2005 die konservierende Bestellung auch zu Fruchtarten, die mehr Erfahrung seitens des Betriebsleiters erfordern (z. B. Mais, Zuckerrüben, Raps).

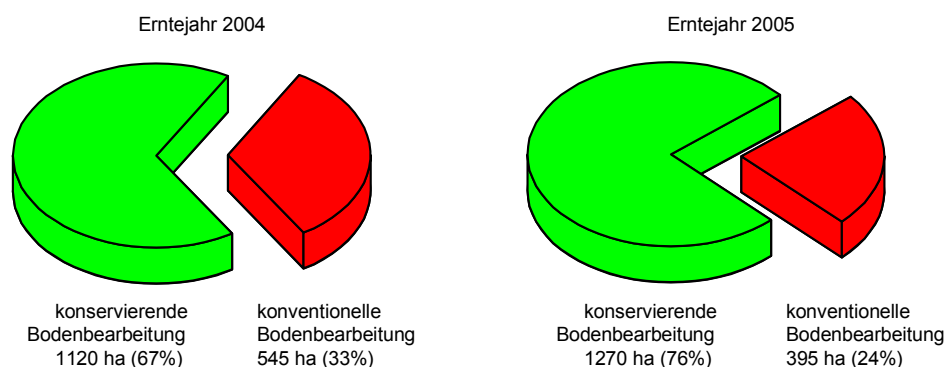


Abbildung 23: Entwicklung des Anteils konventioneller und konservierender Anbauverfahren auf Ackerflächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz 2004 und 2005

Aufgrund der witterungsbedingt über einen längeren Zeitraum nur schleppenden Getreideernte im Erntejahr 2005 und dem zusätzlichen vermehrten Auftreten von Feldmäusen haben einige Betriebsleiter nach der Ernte 2005 den Pflug eingesetzt. Einerseits war die notwendige Zeit für eine ausreichende Strohrotte bis zur nachfolgenden Aussaat nicht mehr gegeben. Andererseits erhoffte man sich durch den Pflugeinsatz eine Bekämpfung der Feldmäuse. Die Auswirkungen dieser Maßnahme ließen sich zum Projektende (März 2006) noch nicht abschließend einschätzen.

4.4 Anpassungsstrategien bei konservierender Bodenbearbeitung

4.4.1 Ergebnisse der Betriebsbefragung

Die Auswertung der Anbaustruktur 2004 und 2005 und der angewendeten Bodenbearbeitungssysteme im Untersuchungsgebiet zeigte, dass praktisch alle im Einzugsgebiet wirtschaftenden Landwirtschaftsbetriebe über Erfahrungen mit Verfahren konservierender Bodenbearbeitung verfügen. Die Erfahrungen der einzelnen Betriebsleiter mit diesen Anbauverfahren erschienen dagegen unterschiedlich ausgeprägt. So ergab die Befragung mittels Fragebogen (Abdruck siehe Anhang),

dass die Betriebsleiter über langjährige Erfahrungen mit den Verfahren konservierender Bodenbearbeitung verfügen. Sie beträgt zwischen 10 - 15 Jahren. Daraus kann gefolgert werden, dass für eine dauerhafte Anwendung konservierender Verfahren im Einzugsgebiet ausreichend Know-how vorhanden ist. Allerdings gaben lediglich vier der befragten Betriebsleiter an, bereits seit Jahren konsequent auf den Einsatz des Pfluges zu verzichten. Von den drei Betriebsleitern, die den Pflug in unterschiedlichem Maße während der Fruchtfolge einsetzen, befinden sich zwei viehhaltende Betriebe – jeweils einer mit Rinder- und einer mit Schweinehaltung.

Soll die konservierende Bodenbearbeitung erfolgreich angewendet werden, ist es erforderlich, die einzelnen Bodenbearbeitungsgänge optimal aufeinander abzustimmen und auszuführen, da die „kaschierende“ Wirkung des Pfluges nicht genutzt werden kann. Dabei stellt gerade die Stoppelbearbeitung nach Aussage verschiedener Betriebsleiter einen entscheidenden Schritt in der erfolgreichen Umsetzung konservierender Anbauverfahren dar. Betrachtet man die im Untersuchungsgebiet eingesetzten Stoppelbearbeitungsgeräte, so fällt auf, dass die dauerhaft pfluglos arbeitenden Betriebe fast ausschließlich moderne, auf das Anbauverfahren ausgerichtete Spezialgeräte in Form von mehrbalkigen Grubbern und speziellen Kurzscheibeneggen einsetzen. In den beiden viehhaltenden Betrieben werden konventionelle, zweibalkige Flügelschargrubber eingesetzt. Im spezialisierten Marktfruchtbetrieb fällt die Entscheidung, in angepasste Technik für die Außenwirtschaft zu investieren, offensichtlich leichter als in Betrieben, die einen zusätzlichen Anteil ihres Einkommens über die Tierproduktion erwirtschaften.

Zur Düngungsstrategie auf konservierend bestellten Flächen wurden von fünf Betriebsleitern Angaben gemacht, wobei drei von ihnen im Vergleich zu konventionell bestellten Flächen keine Anpassungen vornehmen. Von den beiden Betriebsleitern, die die Stickstoffdüngung verfahrensangepasst durchführen, werden die gezielte Strohdüngung sowie die Erhöhung der Startgaben bei gleichzeitiger Reduzierung der Abschlussgabe als geeignete Managementmaßnahmen angeführt.

Nach Einschätzung der befragten Betriebsleiter gibt es in der Praxis vielfältige Vorbehalte, die einer dauerhaften, flächendeckenden Anwendung konservierender Bodenbearbeitungsverfahren im Allgemeinen entgegenstehen. Im Bereich des Managements zählen dazu häufig mangelnde Erfahrungen mit pflugloser Bestellung sowie Defizite seitens der vor Ort zur Verfügung stehenden Beratung. Nicht an die Anforderungen konservierender Verfahren angepasste Bodenbearbeitungs- und Sätechnik sowie daraus resultierende, geringere Feldaufgänge in Verbindung mit einem höheren Unkrautdruck stellen aus Sicht der befragten Betriebsleiter zusätzliche Hürden für eine erfolgreiche Umsetzung pflugloser Verfahren dar. Ein hoher Maisanteil in der Fruchtfolge und damit im Zusammenhang stehender, potentieller Krankheitsdruck sind nach Ansicht der befragten Betriebsleiter in der Praxis ebenfalls nach wie vor Hinderungsgründe, die die umfassendere Umsetzung konservierender Anbauverfahren erschweren.

Tabelle 7: Mögliche Problemfelder im Rahmen konservierender Bodenbearbeitungssysteme und Handlungsempfehlungen zu deren Beherrschung

Problemfeld	Handlungsempfehlungen im Rahmen konservierender Bodenbearbeitungssysteme
Winterweizen-Durchwuchs in Wintergerste	<ul style="list-style-type: none"> • Wechsel zwischen Blatt- und Halmfrucht bzw. Triticale oder Sommergetreide als Folgefrucht • sorgfältige, flache Stoppelbearbeitung sofort nach der Getreideernte und mechanische oder chemische Bekämpfung des Aufwuchses • Wahl frühräumender Weizensorten bei Wintergerstennachbau mit dem Ziel des Zeitgewinns für eine keimfördernde Stoppelbearbeitung
Ungräser (z. B. Trepse)	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung des Wintergetreideanteils in der Fruchtfolge • Wechsel zwischen Blatt- und Halmfrucht • sorgfältige, flache Stoppelbearbeitung sofort nach der Getreideernte und mechanische oder chemische Bekämpfung des Aufwuchses • konsequentes Säubern des Mähreschers nach Drusch von Flächen mit auffälligem Trespensbesatz • Herbizideinsatz
Drechslera-Blattdürre (DTR) an Winterweizen	<ul style="list-style-type: none"> • keine Winterweizen-Selbstfolgen • sorgfältige Stoppelbearbeitung und Einmischen der Weizenrückstände • Anbau weniger DTR-anfälliger Weizensorten • Fungizideinsatz
Fusariumbefall an Winterweizen	<ul style="list-style-type: none"> • Winterweizen möglichst nicht nach Mais stellen • Verringerung des Maisanteils in der Fruchtfolge • Anbau wenig fusariumanfälliger Weizensorten • kein übermäßiges Einkürzen des Weizens • Lagervermeidung • rotteförderndes Häckseln bzw. Mulchen von Maisrückständen
Auftreten von Schnecken	<ul style="list-style-type: none"> • gleichmäßige Strohverteilung • regelmäßige Rückverfestigung (Walzen) nach Bodenbearbeitungs- und Saatmaßnahmen • Wechsel zwischen Winter- und Sommerfrüchten mit Unterbrechung der "grünen Brücke" • Einsatz von Branntkalk zur Schneckenbekämpfung (z. B. vor Winterrapsaussaart) • Einsatz von Schneckenkorn

Quelle: KORNMANN et al. 2004

Als Gründe, konservierende Bodenbearbeitung im eigenen Betrieb anzuwenden, werden besonders der verbesserte Erosionsschutz sowie die Möglichkeiten zur Reduktion der Produktionskosten angeführt. Die Spanne der Einsparungen liegt nach Einschätzung der befragten Betriebsleiter zwischen nahe Null und bis zu 75 EURO je Hektar. Je stärker die maschinelle Ausstattung des Betriebes an die konservierende Bodenbearbeitung angepasst ist, d. h. wenn konventionelle und konservierende Verfahrensketten nicht parallel vorgehalten werden, desto höher wird das Einsparpotential eingeschätzt. In Sachsen vorhandene Förderinstrumente wie das Förderprogramm Umweltgerechte Landwirtschaft wurden nur von einem Betriebsleiter als Anreiz, seine Betriebsflächen konservierend zu bewirtschaften, genannt.

Die Verhältnisse im Jahr 2005 mit sehr feuchten Witterungsbedingungen während eines großen Teils der Getreideernte sowie dem Auftreten starker Mäusepopulationen während der gesamten Vegetationsperiode haben die befragten Betriebsleiter zu unterschiedlichen Reaktionen veranlasst. Die Intensität der Bodenbearbeitung wurde speziell beim Auftreten von Mäusen überwiegend erhöht. Dabei erfolgten zusätzliche Arbeitsgänge mit dem Grubber (konservierend wirtschaftende Betriebe) – z. T. mit größerer Arbeitstiefe, um die Mausegänge zu zerstören und eine mechanische Mäusebekämpfung durchzuführen – sowie eine Ausdehnung des Pflugeinsatzes (insbesondere in den konventionell *und* konservierend wirtschaftenden Betrieben) in der Fruchtfolge. Unabhängig von der Art der durchgeführten Bodenbearbeitung wurde der chemischen Mäusebekämpfung zusätzliche Bedeutung beigemessen.

In der Summe wurden bei der Befragung der Landwirte im Hinblick auf die Anwendung der dauerhaft pfluglosen Bodenbearbeitung die in Tabelle 7 aufgeführten acker- und pflanzenbaulichen Problemfelder genannt. Insbesondere die dauerhaft pfluglos arbeitenden Betriebsleiter haben dazu wirksame Gegenstrategien benannt. Ihre konsequente Anwendung bietet die Gewähr für einen erfolgreichen Ackerbau ohne Pflug zu allen Fruchtarten und im gesamten Fruchtfolgeverlauf.

4.4.2 Überleitungsversuche

4.4.2.1 Strip-till-Mulchsaatverfahren zu Mais

Die im Rahmen des Strip-till-Mulchsaatverfahrens im Erntejahr 2005 vor der Maisaussaat durchgeführte streifenweise Bodenbearbeitung ermöglichte ein zügigeres Abtrocknen und eine schnellere Bodenerwärmung. Der sehr tragfähige, unbearbeitete Boden zwischen den Streifen ließ im Frühjahr eine zeitigere Befahrung der Maisflächen zu. Im Einzeljahr kann so die Aussaat vorgezogen und die Vegetationszeit um einige wertvolle Tage verlängert werden. Die gute Bodenstruktur in den bearbeiteten Streifen ermöglichte im Versuch eine sichere Einbettung des Saatgutes und hatte daher hohe Feldaufgänge zur Folge (Abbildung 24). Der verhältnismäßig geringe Mulchanteil im Bereich des Saathorizontes stellte an die Sätechnik wesentlich geringere Anforderungen als an konservierende Bearbeitungsverfahren, die ohne Saatbettbereitung auskommen.



Abbildung 24: Maisbestand nach streifenweiser Saatbettbereitung (Strip-till-Verfahren)

Infiltrations- und Bodenabtragsmessungen

Bei Messungen mit der Kleinberegnungsanlage im Versuchsjahr 2005 wurden die Anbauverfahren mit ganzflächiger Bodenbearbeitung (praxisübliche Mulchsaat von Mais), Streifenbearbeitung im Frühjahr unmittelbar vor der Aussaat (Strip-till) sowie Direktsaat ohne jegliche Bearbeitung des mit Gelbsenf als Zwischenfrucht bestellten Ackers nebeneinander verglichen. Um die Ergebnisse der ermittelten Infiltrationsraten einordnen zu können, wird zusätzlich zur Orientierung und Abgrenzung der untersuchten Verfahren von der konventionellen Bodenbearbeitung mit dem Pflug das typische Infiltrationsverhalten von konventionell bearbeiteten Lössböden in der Region unter Mais aufgeführt (Abbildung 25).

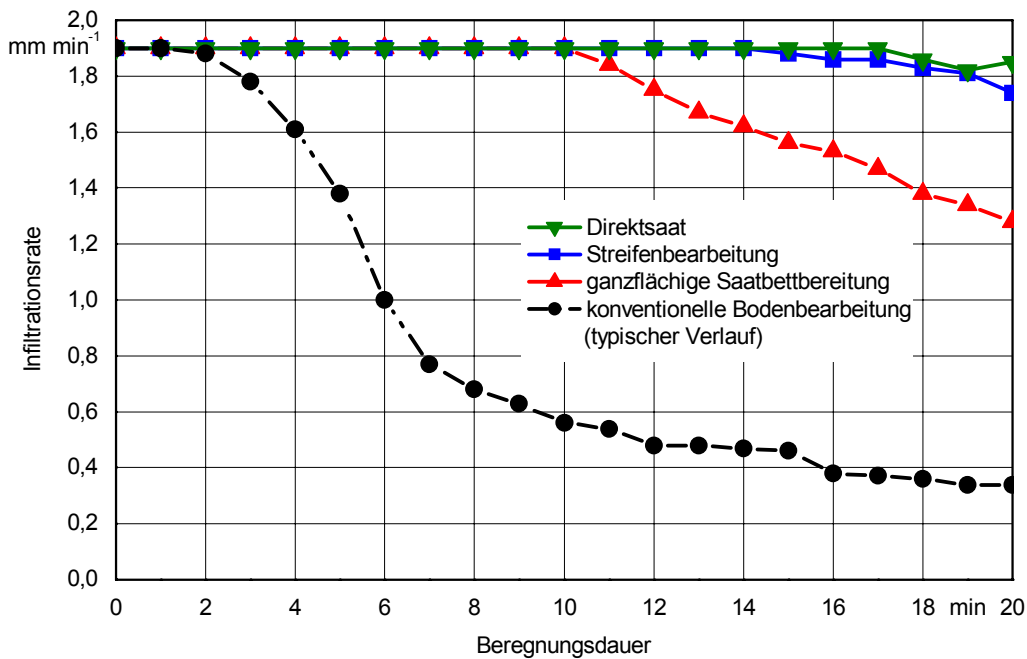


Abbildung 25: Wasserinfiltration auf unterschiedlich bearbeiteter bzw. direkt bestellter Ackerfläche (Regensimulationsversuch, Körnermais, Lößhügelland, Beregnungsintensität: 1,9 mm/Minute)

Die Ergebnisse zeigen, dass die Infiltrationsleistung der Streifenbearbeitung unter den untersuchten Anbaubedingungen deutlich über dem Wasseraufnahmevermögen der ganzflächig bearbeiteten Versuchsvariante lag und annähernd gute Ergebnisse erzielte wie die Direktsaatvariante mit ihrer ungestörten Bodenstruktur (Abbildung 25). Hierfür ist die bei der ganzflächigen Saatbettbereitung etwa nach der zehnten Beregnungsminute zu beobachtende einsetzende Oberflächenverschlammung verantwortlich.

Resultierend aus den unterschiedlichen Verfahrensleistungen hinsichtlich der Infiltrationsrate ergeben sich hinsichtlich des Erosionsschutzes mit der Streifenbearbeitung analog ähnlich gute Werte wie unter Direktsaatbedingungen. Damit stellt das Verfahren der streifenweisen Bodenbearbeitung auch hinsichtlich des Bodenverlustes durch Erosion eine wesentliche Verbesserung und Weiterentwicklung konservierender Anbauverfahren für Reihenkulturen dar (Abbildung 26).

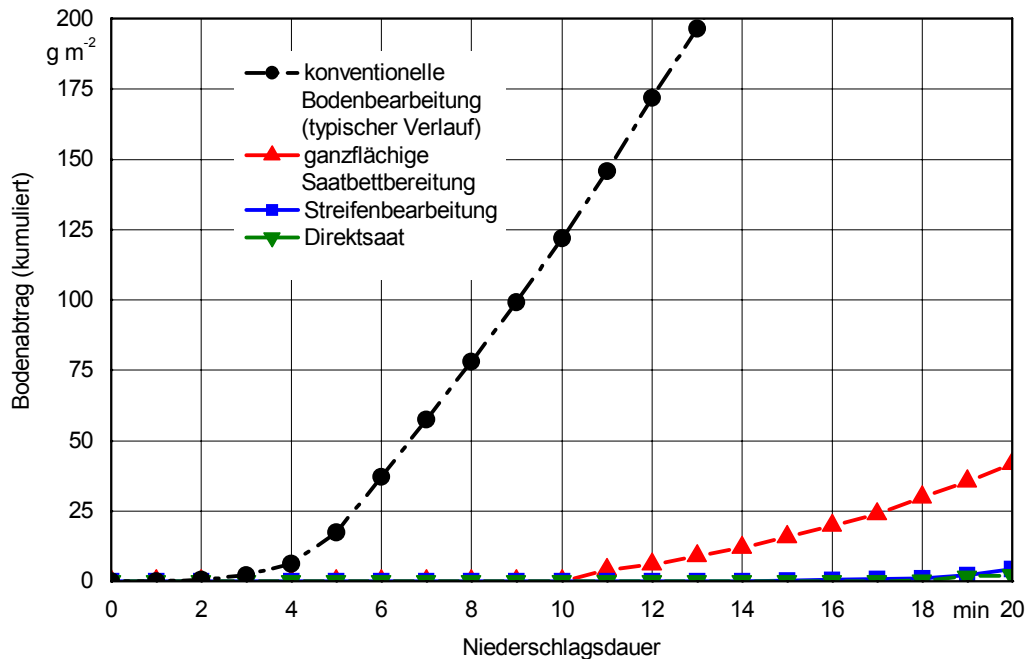


Abbildung 26: Kumulativer Bodenabtrag auf unterschiedlich bearbeiteter bzw. direkt bestellter Ackerfläche (Regensimulationsversuch, Körnermais, Lößhügelland, Beregnungsintensität: 1,9 mm/Minute)

Maiserträge

Die Ernte der Versuchsfläche erfolgte am 01.11.2005 mittels Mähdrusch. Dabei konnten die Erträge der Mulchsaat- und der Streifenbearbeitungsvariante zusätzlich nach ihrer topografische Lage am Ober- bzw. Unterhang unterschieden werden. Die Ermittlung des Ernteertrages der Direktsaatvariante musste aus technischen Gründen entfallen. Die in Abbildung 27 dargestellten Ertragsergebnisse lassen keine statistisch gesicherten Ertragsunterschiede zwischen den beiden Verfahren erkennen. Die tendenziell etwas niedrigeren Erträge am Unterhang können ebenfalls nicht den einzelnen Anbauverfahren zugeordnet werden. Sie müssen mit den im Erntejahr 2005 auf der Versuchsfläche vorherrschenden Bodeneigenschaften am Unterhang, wie höherem Bodenfeuchtegehalt und geringerer Bodentemperatur während der Jugendentwicklung des Maisbestandes erklärt werden. Beim Ertragsvergleich ist zusätzlich zu beachten, dass zu der streifenweise bearbeiteten Variante mit einer N-Düngung in Höhe von 69 kg/ha N etwa 40 kg/ha N weniger appliziert wurden als zu der ganzflächig bearbeiteten Mulchsaatvariante (s. Abbildung 27).

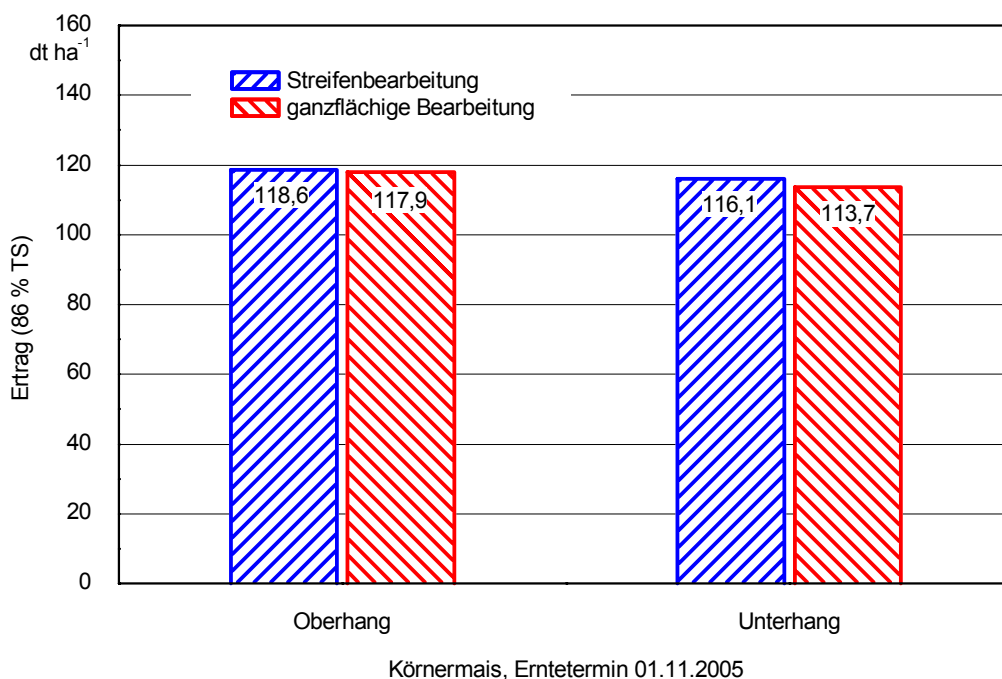


Abbildung 27: Ernteertrag bei Körnermais nach Streifenbearbeitung bzw. ganzflächiger Bearbeitung (2005, Lößhügelland)

Bewertung des Strip-till-Verfahrens zu Mais

Insgesamt konnte das Strip-till-Verfahren sowohl im Hinblick auf die erosionsmindernde Wirkung als auch im Hinblick auf Maisertrag und -qualität überzeugen. In weiteren Versuchen sind für die erfolgreiche Einführung des Strip-till-Verfahrens in die landwirtschaftliche Praxis zahlreiche acker- und pflanzenbauliche Anpassungen zu entwickeln. Hierzu zählen beispielsweise Zeitpunkt und Lockerungstiefe der streifenweisen Bodenbearbeitung, Höhe und Darreichungsform der bandförmigen Düngerapplikation im Zusammenhang mit der Streifenanlage, Eignung verschiedener Vor- und Zwischenfrüchte sowie verfahrensangepasste Pflanzenschutz- und Düngungsstrategien. Auch vor dem Hintergrund, dass die dargestellten Versuchsergebnisse lediglich die ersten Erfahrungen eines Versuchsjahres widerspiegeln, sind die Ergebnisse ermutigend und lassen die konservierende streifenweise Bodenbearbeitung zur Aussaat von Mais als eine Alternative erscheinen, die unter sächsischen erosionsgefährdeten Produktionsbedingungen zukünftig ein sinnvolles Produktionsverfahren darstellen kann. Für die weitere Verbreitung und Anwendung müssen diese und zukünftige Versuchsergebnisse sowohl aus ökologischen als auch aus ökonomischen Gründen in den nächsten Jahren optimiert werden (KORNMANN et al. 2006).

Eine zusammenfassende Übersicht der Anforderungen und Leistungen unterschiedlicher Bestellverfahren zum Anbau von Mais wird in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Anforderungen und Leistungen unterschiedlicher Anbauverfahren zu Reihenfrüchten

	Pflug	Konservierende Bodenbearbeitung		Direktsaat
Bodenbearbeitung	ganzflächig	ganzflächig	streifenweise	keine
Anforderung an Sätechnik	-	++	+	+++
Schutz vor Bodenver- schlammung	--	++	++	+++
Schutz vor Bodenerosion	--	++	+++	+++
Einbettung Saatgut	+++	++	+++	+

+ = hoch; - = niedrig

Quelle: KORNHANN & SCHMIDT 2004

Zurzeit wird in sächsischen Ackerbaubetrieben die vorab dargestellte Streifenbearbeitung zu Mais erprobt.

4.4.2.2 Minderung Fusariumbefall bei konservierender Bodenbearbeitung

In Tabelle 9 ist der DON-Gehalt in pfluglos nach Körnermais bestelltem Winterweizen in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung, Rotteförderung und Blütenbehandlung dargestellt. Die Werte belegen, dass durch

- den Anbau einer wenig fusariumanfälligen Weizensorte,
- rottefördernde Maßnahmen nach der Körnermaisernte (Einsatz eines Schlegelmulchers sowie halbkruementiefe Einarbeitung der Maisreste mit dem Grubber) und
- die Blütenbehandlung im Weizenbestand

der DON-Gehalt wirksam gesenkt werden kann. In Verbindung mit einer entsprechenden Fruchtfolgegestaltung (kein Anbau von Weizen nach Mais, Verminderung des Maisanteils in der Fruchtfolge) stehen damit wirksame Strategien zur Minderung des Fusariumbefalls in Maisfruchtfolgen mit dauerhaft pflugloser Bodenbearbeitung zur Verfügung (Tabelle 9).

Tabelle 9: DON-Gehalt in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung, Rotteförderung und Blütebehandlung. Winterweizen nach Körnermais, Sorte: Sokrates, Ernte 2004 (Rohware, HPLC-Test)

Bodenbearbeitung	Vorheriger Mulchereinsatz	Blütenbehandlung	DON-Gehalt [µg/kg Korn-TS]
Pflug	Nein	nein	500
Pflug	Nein	ja	170
Pflug	Ja	nein	305
Pflug	Ja	ja	202
1 x Grubber	Nein	nein	1279
1 x Grubber	Nein	ja	342
1 x Grubber	Ja	nein	619
1 x Grubber	Ja	ja	232

Quelle: KORNMANN et al. 2004

Unabhängig von der nachfolgenden Bodenbearbeitung ist es erforderlich, für eine intensive Rotte zu sorgen, damit bis zur Weizenblüte nur noch so wenig infektiöses Pflanzenmaterial wie möglich auf der Bodenoberfläche verbleibt. Eine wirkungsvolle Möglichkeit, das beschriebene Ziel zu erreichen, stellt das Mulchen der Maisrückstände vor der Einarbeitung in den Boden dar (Tabelle 10).

Tabelle 10: Mulchbedeckung in Abhängigkeit vom Einsatz eines Schlegelmulchers und der folgenden Bodenbearbeitung nach Körnermais

Mulchereinsatz	Bodenbearbeitung	Mulchbedeckungsgrad
ja	keine	100 Prozent
nein	Grubber, ca. 15 cm Arbeitstiefe	39 Prozent
ja	Grubber, ca. 15 cm Arbeitstiefe	17 Prozent

Quelle: KORNMANN et al. 2004

4.4.3 Maschinenvorfürungen und Feldtage

Bei den im Rahmen des Projekts durchgeführten Maschinenvorfürungen bzw. Feldtage für Landwirte wurde zum einen am Beispiel der Getreideaussaat im Spätsommer 2005 neue Mulch- bzw. Direktsaattechnik vorgeführt (s. Abbildung 28). Zum anderen wurde in einer gemeinsamen Veranstaltung mit dem Beratungsring Erosionsmindernde Landbewirtschaftung e. V. auf das Problem der

Häckselqualität und der gleichmäßigen Strohverteilung im Zusammenhang mit der konservierenden Bodenbearbeitung eingegangen. Dazu wurden Mähdrescher der verschiedenen Hersteller mit unterschiedlichen Schnittbreiten und Häcksel- sowie Strohverteileinrichtungen im Hinblick auf Häckselqualität und Gleichmäßigkeit der Strohverteilung bewertet (Abbildung 29). In diesem Zusammenhang wurde eine einfache Methode zur Einschätzung der Gleichmäßigkeit der Strohquerverteilung präsentiert (Zusammenrechnen des Strohs quer zur Druschrichtung mit nachfolgender Einschätzung der Gleichmäßigkeit der Strohverteilung, s. Abbildung 30 A und B).



Abbildung 28: Demonstration von Mulch- und Direktsaattechnik

Die Feldtage boten den Landwirten die Möglichkeit, sich über neue Mulch- und Direktsaattechnik zu informieren. Gleichzeitig wurden die Zusammenhänge zwischen großen Mähdrescherschnittbreiten und gleichmäßiger Strohverteilung bzw. die exakte Einstellung von Strohverteileinrichtungen sowie scharfe Häckslermesser am Mähdrescher als Grundvoraussetzung für kurze Häcksellängen demonstriert. Bei den Feldtagen stand die Demonstration neuer Technik im Vordergrund als Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung der dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung. Eine exakte wissenschaftliche Bewertung der Arbeitsqualität der vorgeführten Geräte (z. B. durch Ermittlung von Feldaufgangszahlen, Häcksellängen usw.), vergleichbar einer gezielten Geräteprüfung und -bewertung, war nicht vorgesehen. Hierzu hätte der Maschineneinsatz unter genau definierten Bedingungen und mit entsprechenden Messwiederholungen erfolgen müssen.



Abbildung 29: Mähdrusch mit nachfolgender Bewertung von Strohverteilung und Häckselqualität



A

B

Abbildung 30: Bewertung der Strohquerverteilung: Zusammenrechnen des Strohs (A) sowie Bestimmung des Umfangs des Strohhaufens (B) jeweils quer zur Druschrichtung

4.5 Prognoseergebnisse der Modellierung mit EROSION-3D

4.5.1 Oberflächenabfluss

Für die Prognose des Oberflächenabflusses und Bodenabtrags wurde EROSION-3D mit einer Rasterauflösung vom 20 m und einer Zeitschrittweite von 1 min angewendet. Für den Vergleich der prognostizierten mit den beobachteten Abflüssen wurde das ereignisbezogene Direktabflussvolumen (in m³) als alleinige Bezugsgröße gewählt. Weil der Oberflächenabfluss nach dem in Kapitel 3.7.3 beschriebenen Ganglinienseparationsverfahren nur indirekt - als Anteil des schnellen Direktabflusses – geschätzt werden kann, wurde unter Berücksichtigung

- der Genauigkeit der Gebietsniederschlagsbestimmung (Thiessen-Polygonierung),
- der auf der extrapolierten Pegelkurve basierenden Abflussschätzung,
- des unbekannten Anteils der Siedlungsentwässerung an der Abflussganglinie und
- des kurzen Zeitraums zwischen den Niederschlags- und Abflussspitzen (unter 2 Stunden)

von einer durch Oberflächenabfluss dominierten Abflusskonzentration ausgegangen. Als Schlussfolgerung aus den genannten Punkten wurden in dieser Untersuchung die aus der Pegelkurve abgeleiteten Direktabflussvolumina mit den von EROSION-3D prognostizierten Oberflächenabflussvolumina in der Größenordnung gleich gesetzt.

Tabelle 11: Übersicht der prognostizierten Oberflächenabflusswerte. Alle Angaben beziehen sich auf das 17,3 km² große Pegelinzugsgebiet

Niederschlag-Abfluss-Ereignis	9. Juli 2004		25. Juni 2005		
	Ist-Stand	Best Case	Ist-Stand	Best Case	Worst Case
Niederschlagssumme [m ³]	420.583		479.549		
Oberflächenabfluss [m ³]					
Prognose	19.222	20.625	20.045	11.407	63.409
Schätzung*	14.931		25.995		
Prozent des Niederschlags					
Prognose	5	5	4	2	13
Schätzung*	4		5		

* Geschätzter Wert aus Abflussganglinienanalyse

Die für die beiden Niederschlagsereignisse und Nutzungsszenarien prognostizierten Abflusszahlen sind in Tabelle 11 zusammengefasst. Diese Daten beziehen sich auf den Pegel Mischütz. Die räumliche Verteilung der Abflusshöhen im Untersuchungsgebiet zeigen Abbildung 31 bis Abbildung 35.

Der Vergleich der Abflusszahlen in Tabelle 11 zeigt folgende Ergebnisse:

- Für die Ist-Stand-Szenarien 2004 und 2005 ist die Übereinstimmung zwischen den prognostizierten und den aus der Abflussganglinie abgeleiteten Direktabflüssen – bezogen auf die Größenordnung – sehr gut. Der in den beobachteten Niederschlags- und Abflussvolumina sichtbare, positive Zusammenhang wird durch die Abflussprognosen nicht so deutlich reproduziert. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass EROSION-3D nicht auf die beobachteten Abflusszahlen kalibriert wurde.
- Für die Ist-Stand-Szenarien 2004 und 2005 werden geringe Abflüsse für die konservierend bestellten Fruchtarten Winterraps, Feldfutter, Zuckerrüben, Mais und Körnererbsen prognostiziert (helle Flächen in Abbildung 31 bzw. Abbildung 33). Der Beitrag der konservierend bestellten Winterweizen-Flächen zur Abflussreduzierung ist weniger deutlich.
- Die virtuelle Umstellung aller Ackerflächen 2004 und 2005 auf konservierende Bodenbearbeitung (Best Case) führt nur bei dem Ereignis im Juni 2005 zu einer deutlichen Verringerung (-50 Prozent) des Abflusses. Die Änderung (+7 Prozent) der Abflusssentstehung bei dem Szenario Best Case 2004 ist nicht eindeutig (Tabelle 11).
- Für die virtuelle Umstellung aller Ackerflächen 2005 auf konventionelle Bodenbearbeitung prognostiziert EROSION-3D eine deutliche Erhöhung (+550 Prozent) des Oberflächenabflussvolumens (Tabelle 11).

Der Vergleich der Abflusshöhenkarten (Abbildung 31 bis Abbildung 35) zeigt folgende Ergebnisse:

- Sowohl für das Ist-Stand- als auch das Best-Case-Szenario 2004 (Abbildung 31 und Abbildung 32) zeigt die räumliche Abflussverteilung eine deutliche Abhängigkeit von der Intensität des Niederschlags, deren höchste Spitzen an der im östlichen Teil des Einzugsgebietes installierten Messstation erreicht wurden.
- Die Umstellung des Ist-Stand-Szenarios 2004 auf vollständig konservierende Bearbeitung führt insbesondere auf den vorher konventionell bestellten Mais- und Winterrapsflächen zu einem deutlichen Rückgang der Abflussbildung. Auf einigen Winterweizen- und -gerstenflächen im östlichen Teil des Einzugsgebietes führt die Umstellung zu einer Erhöhung des Abflusses, welche die vorab besprochene Erhöhung des gesamten Gebietsabflusses bewirkt (vgl. Abbildung 32, Tabelle 11).
- Die Umstellung des Ist-Stand-Szenarios 2005 auf vollständig konservierende Bearbeitung führt insbesondere auf den vorher konventionell bestellten Mais- und Winterrapsflächen im westlichen Teil des Einzugsgebietes zu einem deutlichen Rückgang der Abflussbildung (Abbildung 33).
- Die Umstellung des Ist-Stand- auf das Worst-Case-Szenario 2005 ('konservierende Bearbeitung nur zu Winterweizen nach Winterraps') führt insbesondere auf den vorher konservierend bestellten Mais-, Winterraps und Winterweizenflächen zu einem deutlichen Anstieg der Abflussbildung (vgl. Abbildung 33, Abbildung 35, Abbildung 18).

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Erhöhung des bestehenden Anteils der konservierenden Bodenbearbeitung (Ist-Stand 2004 und 2005: 67 bzw. 77 Prozent) auf 100 Prozent der Ackerfläche

eine weitere Abflussminderung erzielbar ist. Für das Anbaujahr 2005 führt – bezogen auf das Einzugsgebiet des Pegels Mischütz – die virtuelle Erhöhung des konservierend bearbeiteten Gebietsanteils von rd. 56 Prozent (= 76 Prozent der AF) auf 75 Prozent (= 100 Prozent der AF) in der Größenordnung zu einer Halbierung des Abflussvolumens.

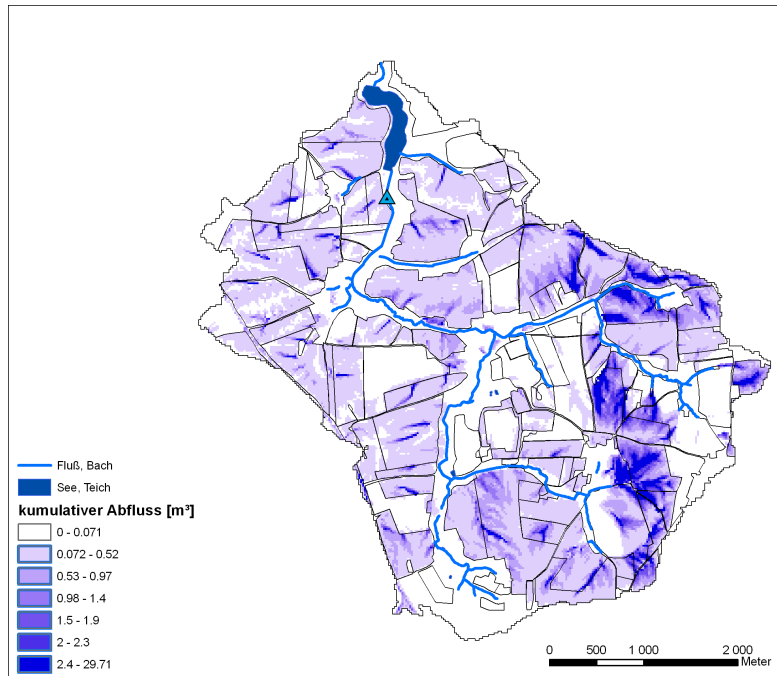


Abbildung 31: Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Ist-Stand 2004

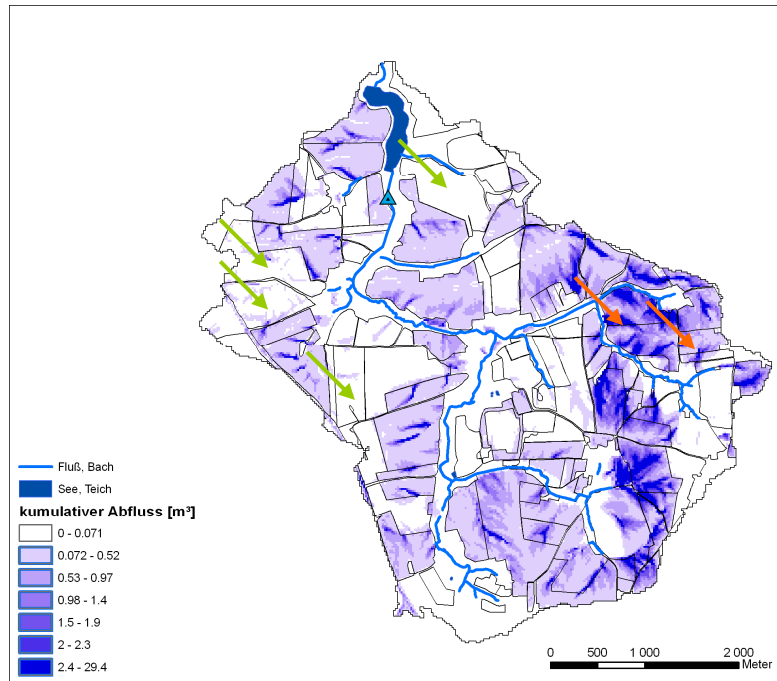


Abbildung 32: Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Best Case 2004. Die Pfeile markieren ausgewählte Flächen mit erhöhter (grün) bzw. verringerter (rot) Infiltration

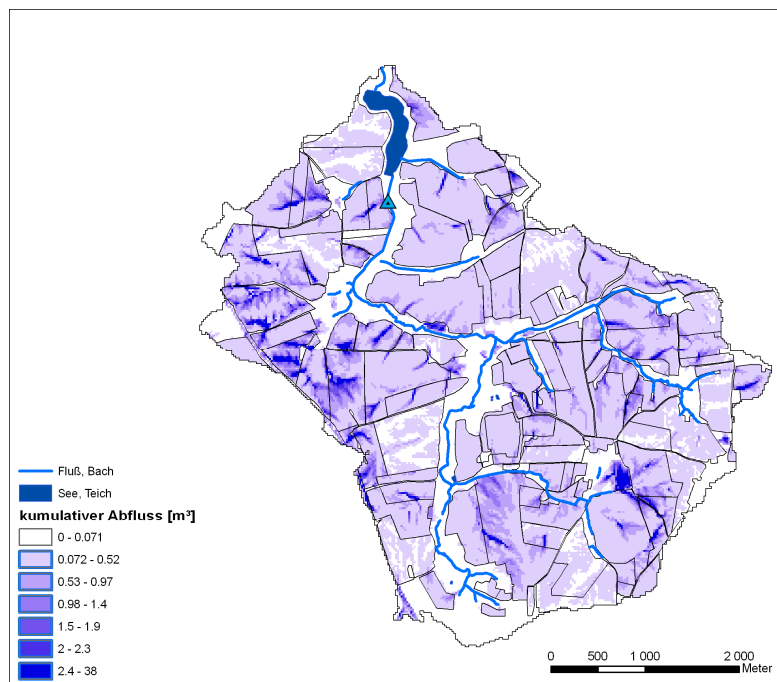


Abbildung 33: Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Ist-Stand 2005

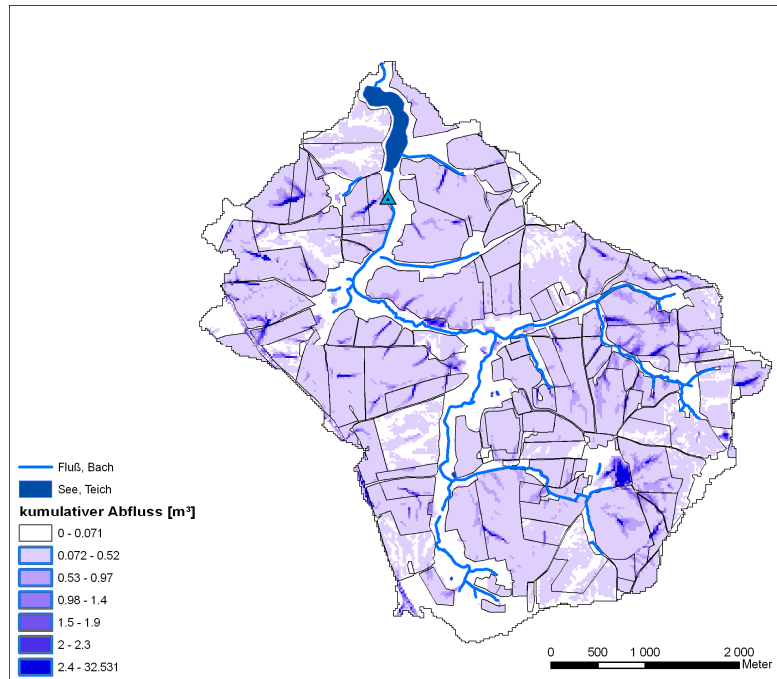


Abbildung 34: Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Best Case 2005

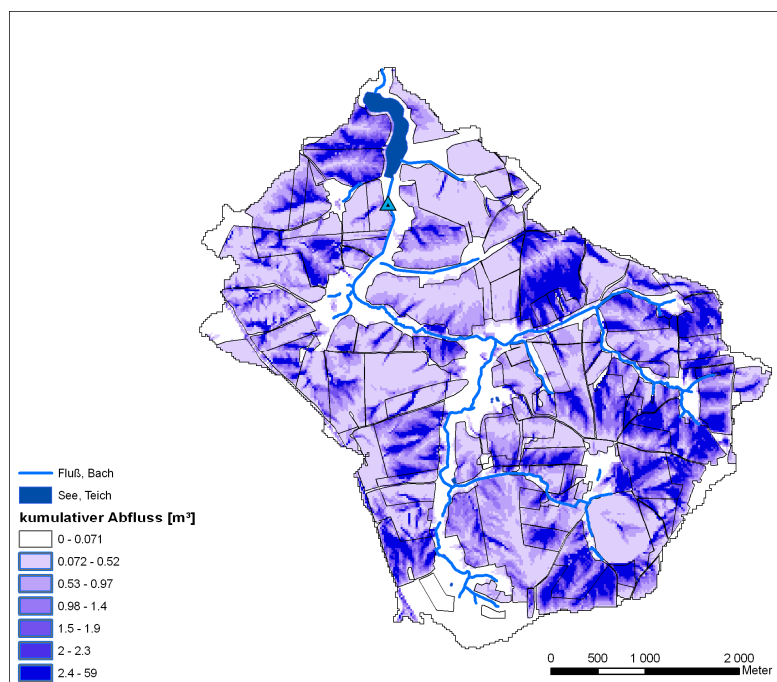


Abbildung 35: Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Worst Case 2005

Die indifferente Abflussprognose für das Best-Case-Szenario 2004 zeigt, dass die vorab getroffene Aussage zur erzielbaren Abflussminderung nicht für alle Nutzungszustände gültig ist, da im Einzelfall eine Erhöhung der Abflussbildung prognostiziert wird (vgl. Abbildung 32: rote Pfeile). Die Ursache für dieses Abflussbildungsverhalten zeigt Abbildung 36, in der der zeitliche Verlauf der Infiltrationsrate und der Eindringtiefe der Befeuchtungsfront für die westliche der in Abbildung 32 mit einem roten Pfeil markierten (Winterweizen-)Flächen dargestellt ist.

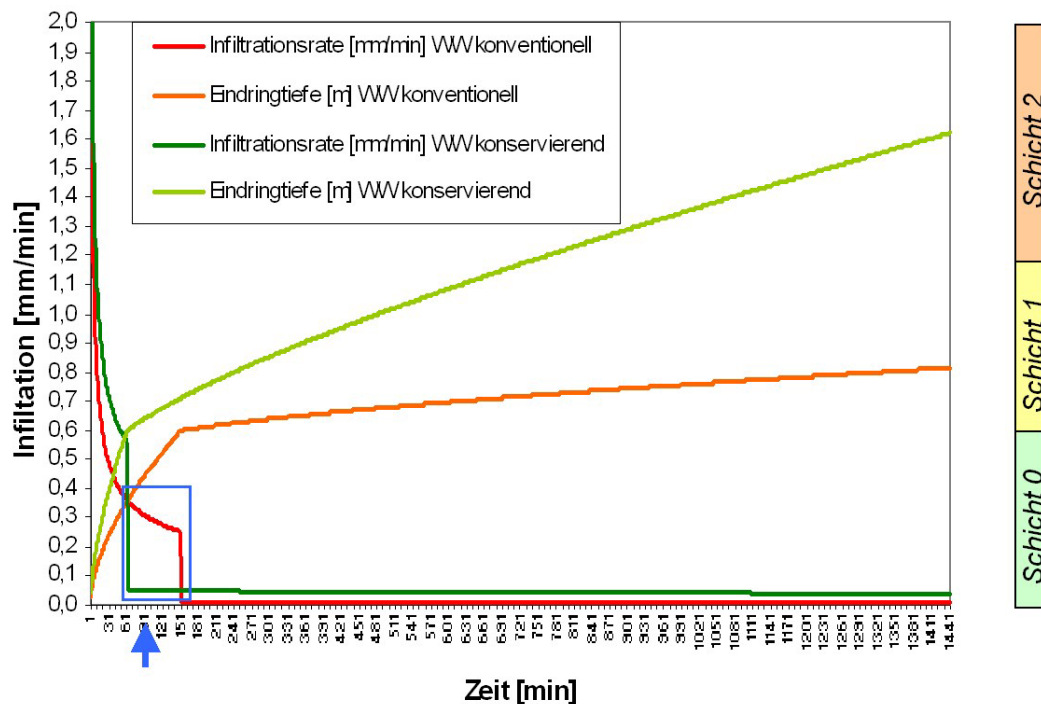


Abbildung 36: Zeitlicher Verlauf der Eindringtiefe der Befeuchtungsfront und der potenziellen Infiltrationsrate für eine von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung umgestellte Winterweizenfläche (Ist-Stand bzw. Best Case 2004) (Pfeil: Zeitpunkt Niederschlagsmaximum des Regenereignisses Juli 2004 (Abbildung 13))

Der Vergleich des Infiltrationsverlaufs mit dem in Abbildung 13 dargestellten Verlauf des Niederschlags zeigt, dass kurz vor dem Zeitpunkt des Niederschlagsmaximums (Abbildung 36: Pfeil, ca. 90 min nach Simulationsbeginn) die Befeuchtungsfront der konservierend bearbeiteten Variante Schicht 1 erreicht und damit einen starken Abfall der Infiltrationsrate bewirkt. Die Knickpunkte im Kurvenverlauf markieren dieses Erreichen der Schichtgrenzen durch die Befeuchtungsfront (Abbildung 36). Für diese Fläche wurde eine Erhöhung des Abflusses durch die Umstellung auf konservierende Bodenbearbeitung prognostiziert. Ursache des Rückgangs ist der Übergang von der Bodenart 'mittel toniger Schluff' (Ut2, Schicht 0) zu 'schluffiger Lehm' (Lu, Schicht*1), der zusammen mit dem Anstieg der Bodenfeuchte beim Übergang in die untere Schicht*1 nicht durch eine Erhöhung der Makroporeninfiltration kompensiert wird. Weil bei der konventionellen Variante

auf Grund des langsameren Eindringens der Feuchtefront der starke Abfall der Infiltrationsrate deutlich später als nach 90 min erreicht wird, steht bei der konventionellen Variante zum Zeitpunkt der Niederschlagsspitze eine höhere Infiltrationsleistung zur Verfügung.

An dieser Stelle kann keine eindeutige Aussage über die Güte der Parameterschätzung für den Unterboden auf der beschriebenen Fläche gemacht werden. Unter Berücksichtigung des in der BK_{KONZ} für diese Flächen eingetragenen Bodentyps 'Pseudogley-Parabraunerde' (Abbildung 3) muss damit gerechnet werden, dass die konservierenden Bodenbearbeitung auf diesen Standorten - in Verbindung mit einer entsprechenden Niederschlagsstruktur und Kulturart - keine ausreichende Infiltrationskapazität zur Verfügung steht. Für weitergehende Aussagen zum Abflussbildungsverhalten auf diesen Standorten werden zusätzliche Simulationsläufe für weitere NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-Ereignisse empfohlen.

4.5.2 Bodenerosion

Tabelle 12 fasst die für alle Szenarien prognostizierten Abtragszahlen zusammen. Abbildung 37 zeigt einen graphischen Vergleich der Abfluss- und Erosionsprognosen für die untersuchten Szenarien. Die mit den Szenarien verbundenen Erosionsprognosekarten sind in Abbildung 38 bis Abbildung 42 dargestellt.

Tabelle 12 und Abbildung 37 lassen folgende Aussagen zu:

- Für die Ist-Stand-Szenarien 2004 und 2005 werden mit einem spezifischen Abtrag von 0,3 bzw. 1,1 t/ha sehr niedrige Erosionswerte prognostiziert. Grund hierfür sind die entwickelten Vegetationsbestände, durch welche die Erosionsgefahr zu den Simulationszeitpunkten generell stark verringert wird.
- Die Umstellung auf das jeweilige Best-Case-Szenario bewirkt – im Vergleich zur Änderung des Oberflächenabflusses – für beide Anbaujahre eine in der Größenordnung deutlich stärkere Reduzierung des Bodenabtrags.
- Das Niederschlagsereignis 2005 weist – im Vergleich zu 2004 – eine höhere Niederschlagssumme auf. Sie bewirkt für das Ist-Stand-Szenario 2005 – trotz eines höheren Anteils der konservierend bestellten Ackerflächen im Vergleich zum Ist-Stand 2004 – einen deutlich höheren Bodenabtrag. Nach der virtuellen Umstellung aller Ackerflächen auf konservierende Bodenbearbeitung reduziert sich für den Best Case 2005 (Abbildung 41) der Abtrag stärker als im Vergleich zum Best-Case-Szenario 2004. Dieses Verhalten zeigt, dass sich durch die Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung Niederschlagshöhe, Kulturart und Erosionsbetrag voneinander entkoppeln lassen.

Tabelle 12: Übersicht der prognostizierten Bodenabtragswerte. Alle Angaben beziehen sich auf das 17,3 km² große Pegelinzugsgebiet

Niederschlag-Abfluss-Ereignis	9. Juli 2004		25. Juni 2005		
Szenario	Ist-Stand	Best Case	Ist-Stand	Best Case	Worst Case
Niederschlagssumme [m ³]	420.583		479.549		
Gesamtabtrag [t]	481	201	1.822	176	5.887
Gebietsdurchschnitt [t/ha]	0,3	0,1	1,1	0,1	3,4

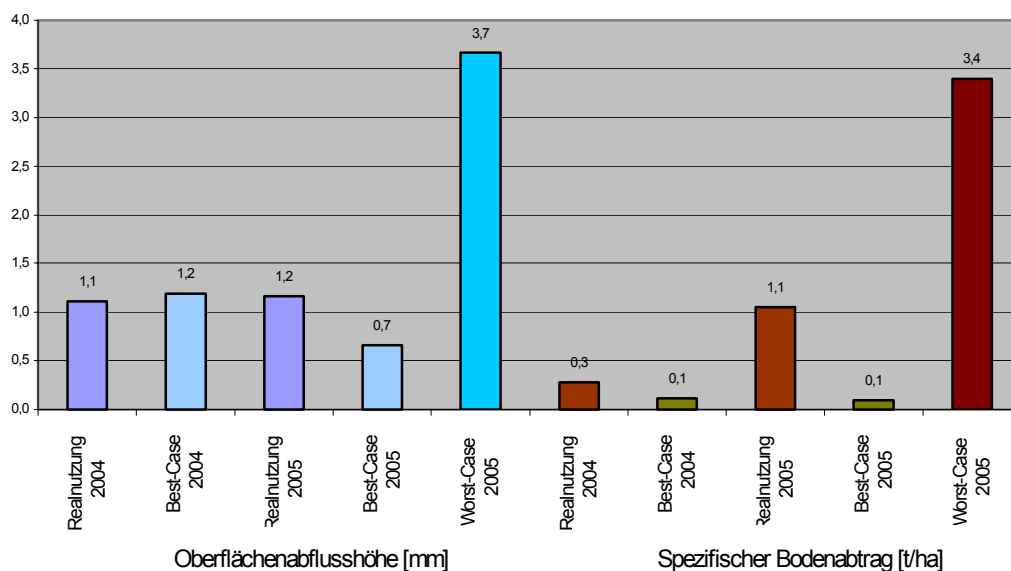


Abbildung 37: Vergleich von Oberflächenabflusshöhe und Bodenabtrag für alle Szenarien

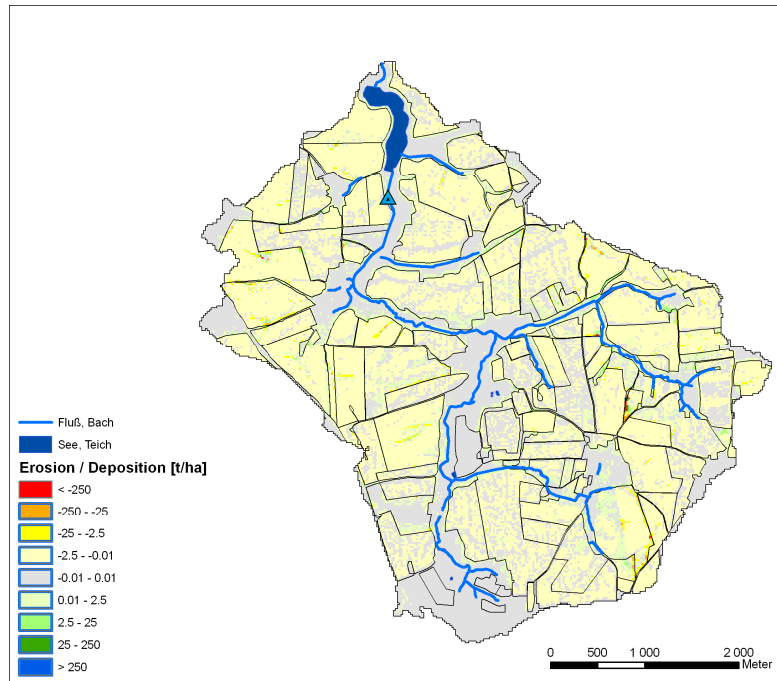


Abbildung 38: Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Ist-Stand 2004

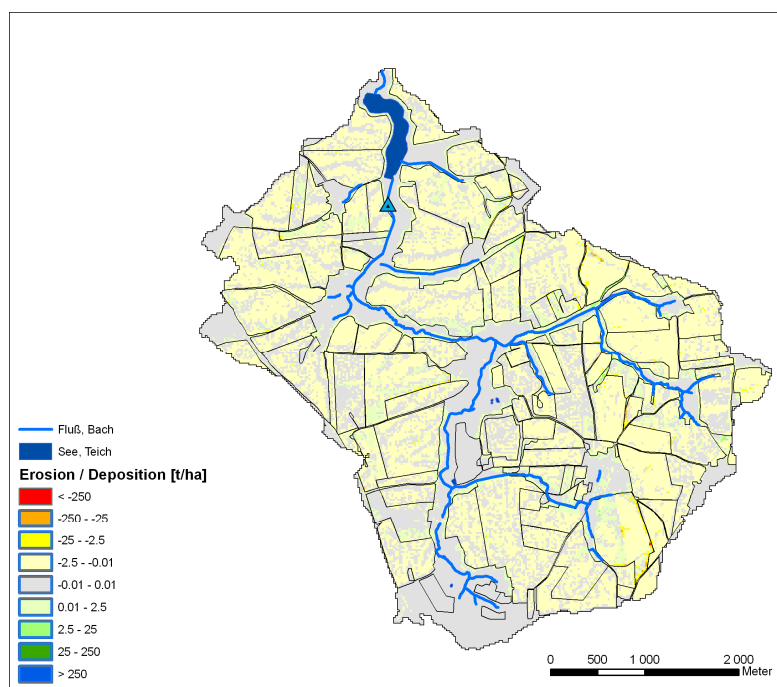


Abbildung 39: Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Best Case 2004

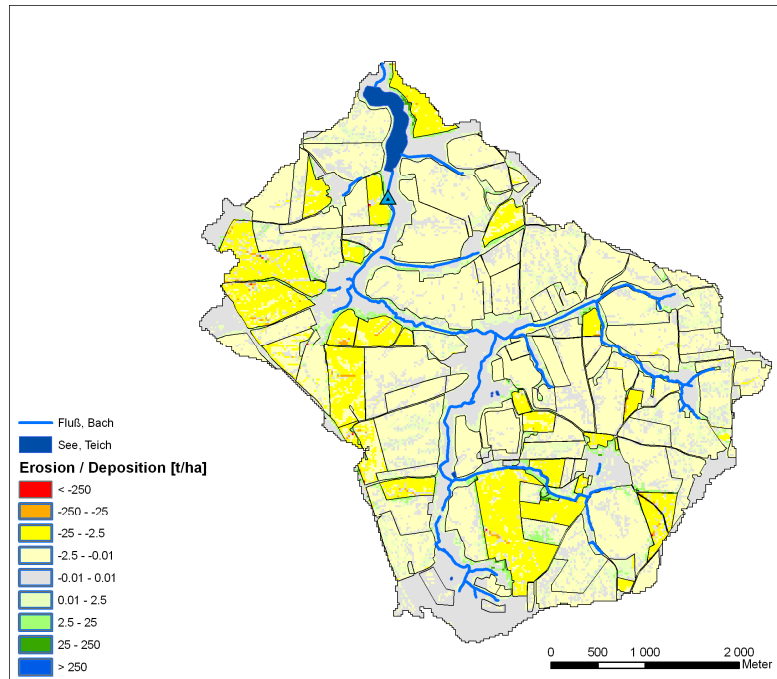


Abbildung 40: Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Ist-Stand 2005

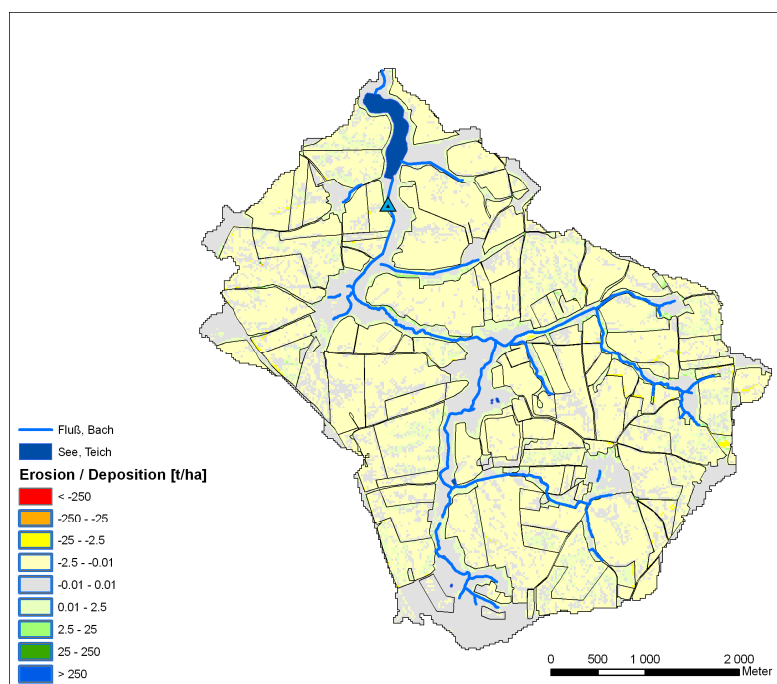


Abbildung 41: Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Best Case 2005

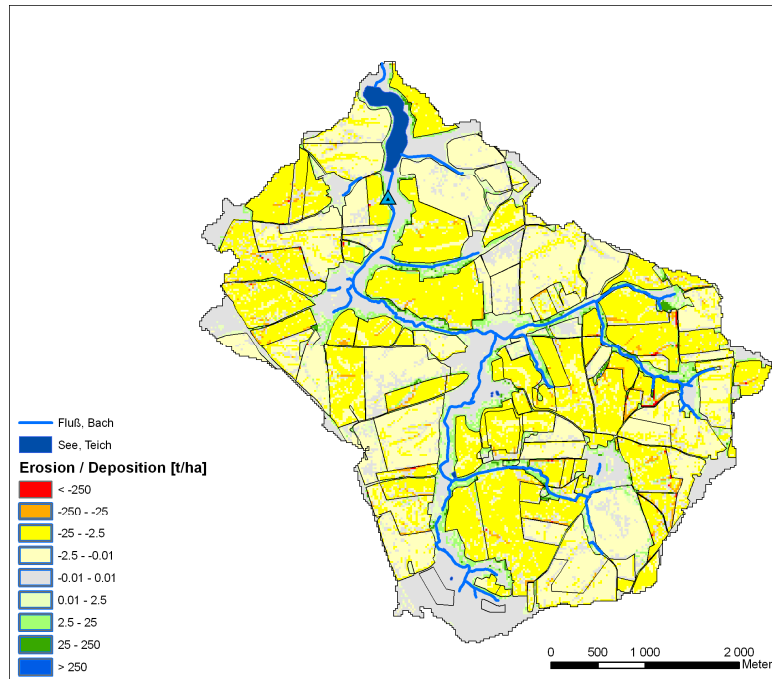


Abbildung 42: Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Worst Case 2005

- Die nur für den Ist-Stand 2005 durchgeführte, virtuelle Umstellung auf konventionelle Bearbeitung (Worst Case: 'Konservierende Bearbeitung nur zu Winterweizen nach Winterraps') führt für dieses Szenario und Nutzungsverteilung zu einer Verdreifachung der Abfluss- und Erosionsprognose. Bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet des Stausees bedeutet dieses Szenario einen Rückgang des konservierend bestellten Flächenanteils von 56 Prozent (= 75 Prozent der AF) auf rd. 14 Prozent (= 18 Prozent der AF, Tabelle 6). Diese 'Rück'-Umstellung führt insbesondere bei den – real bereits überwiegend konservierend bestellten – Fruchtarten Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben zu verstärkter Abflussbildung.

Die Erosionsprognosekarten (Abbildung 38 bis Abbildung 42) zeigen folgende Sachverhalte:

- Hauptursache für den im Vergleich zum Ist-Stand 2004 höheren Abtrag bei der Ist-Stand-Prognose 2005 ist - zusammen mit dem höheren Niederschlagsvolumen - der größere Anteil konventioneller Maisflächen (Abbildung 17, Abbildung 40). Die flächendeckende Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung führt bei beiden Best-Case-Szenarien zu einer gebietsweiten Reduzierung der Abtragshöhe und zur Verringerung der Ausdehnung der erosionsgefährdeten Bereiche. Die leicht höheren Abtragszahlen im östlichen Bereich der Erosionskarte des Best-Case-Szenarios 2004 (Abbildung 39) zeigen die an dieser Station (Kleinmockritz) gemessene, höchste Niederschlagsintensität an (Abbildung 13).
- Die Erosionsprognosekarte für das Worst-Case-Szenario 2005 (Abbildung 42) zeigt, dass die bereits genannte Verdreifachung der Abflusshöhe und des spezifischen Abtrags bis auf wenige Ausnahmen vollständig durch die Zunahme der nunmehr konventionell bearbeiteten Kultur-

flächenanteile (Abbildung 18) verursacht wird. Die weiterhin konservierend bestellten Flächen sind an der hellgelben Signatur erkennbar.

- Die Erosionskarten zeigen auch, dass sich die höchste Zahl der potenziellen Gewässerübertrittsstellen des Bodenabtrags an den gewässernah liegenden Ackerflächen im östlichen Teil des Einzugsgebiets befindet. Die Grünlandnutzung im mittleren und unteren Laufabschnitt hält – mit wenigen Ausnahmen – auch beim Worst-Case-Szenario 2005 eine Schutzfunktion aufrecht. Es ist allerdings damit zu rechnen, dass einige der in Ortslage liegenden Übertrittsstellen Siedlungsland betreffen.

4.5.3 Zusammenfassung und Bewertung der Modellierungsergebnisse von EROSION-3D

Für das 20,1 km² große Einzugsgebiet des Baderitzer Stausees wurden für zwei Niederschlags-Abfluss-Ereignisse (Juli 2004, Juni 2005) Abfluss- und Abtragsprognosen mit dem Computermodell EROSION-3D erstellt. Die Prognosen wurden für folgende Szenarien durchgeführt:

- landwirtschaftliche Realnutzung 2004 und 2005 (Ist-Stand),
- vollständig konservierende Bodenbearbeitung 2004 und 2005 (Best Case),
- konservierende Bearbeitung nur zu Winterweizen nach Winterraps (Worst Case, nur 2005).

Die Simulationsläufe liefern in Bezug auf die Abflussprognose folgende Ergebnisse:

- Für die Ist-Stand-Szenarien 2004 und 2005 ist die Übereinstimmung zwischen den prognostizierten und den aus der Abflussganglinie abgeleiteten Direktabflussvolumina - unter Berücksichtigung der Genauigkeit der Abfluss- und Eingabeparameterschätzung - sehr gut.
- Für die Ist-Stand-Szenarien 2004 und 2005 werden geringe Abflüsse für die konservierend bestellten Fruchtarten Winterraps, Feldfutter, Zuckerrüben, Mais und Körnererbsen prognostiziert. Der Beitrag der konservierend bestellten Winterweizen-Flächen zur Abflussreduzierung ist weniger deutlich.
- Die virtuelle Umstellung aller Ackerflächen 2004 und 2005 auf konservierende Bodenbearbeitung (Best Case) führt nur bei dem Ereignis im Juni 2005 zu einer deutlichen Verringerung (-50 Prozent) des Abflusses. Die für das Best-Case-Szenario 2004 prognostizierte Erhöhung des Abflusses (+7 Prozent) ist nicht eindeutig.
- Das Best-Case-Szenario 2004 führt insbesondere auf den vorher konventionell bestellten Mais- und Winterrapsflächen zu einem deutlichen Rückgang der Abflussbildung. Auf einigen Winterweizen- und -gerstenflächen im östlichen Teil des Einzugsgebietes führt die Umstellung zu einer Erhöhung des Abflusses, welche die vorab besprochene Erhöhung des gesamten Gebietsabflusses bewirkt. Für weitergehende Aussagen zum Abflussbildungsverhalten auf diesen Standorten werden zusätzliche Simulationsläufe empfohlen.
- Für die virtuelle Umstellung aller Ackerflächen 2005 auf konventionelle Bodenbearbeitung prognostiziert EROSION-3D eine deutliche Erhöhung (+550 Prozent) des Oberflächenabflussvolumens.

- Das Worst-Case-Szenario 2005 ('konservierende Bearbeitung nur zu Winterweizen nach Winterraps') führt insbesondere auf den vorher konservierend bestellten Mais-, Winterraps und Winterweizenflächen zu einem deutlichen Anstieg der Abflussbildung.

Die Simulationsläufe liefern die folgenden Ergebnisse in Bezug auf die Erosionsprognose:

- Für die Ist-Stand-Szenarien 2004 und 2005 werden mit einem spezifischen Abtrag von 0,3 bzw. 1,1 t/ha sehr niedrige Erosionswerte prognostiziert.
- Die Umstellung auf das jeweilige Best-Case-Szenario bewirkt – im Vergleich zur Änderung des Oberflächenabflusses – für beide Anbaujahre eine im Größenverhältnis deutlich stärkere Reduzierung des Bodenabtrags. Die flächendeckende Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung führt bei beiden Best-Case-Szenarien zu einer gebietsweiten Reduzierung der Abtragshöhe und der Ausdehnung der erosionsgefährdeten Bereiche.
- Die nur für den Ist-Stand 2005 durchgeführte, virtuelle Umstellung auf konventionelle Bearbeitung (Worst Case: 'Konservierende Bearbeitung nur zu Winterweizen nach Winterraps') führt für dieses Anbaujahr zu einer Verdreifachung der Abfluss- und Erosionsprognose. Diese 'Rück'-Umstellung führt insbesondere bei den – real überwiegend konservierend bestellten - Fruchtarten Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben zur Verstärkung der Abflussbildung.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das Projektziel bestand darin, den Beitrag großflächig durchgeführter konservierender Bodenbearbeitung zum vorsorgenden Hochwasser- und Erosionsschutz am Beispiel des überwiegend ackerbaulich genutzten Einzugsgebietes (EZG) des Stausees Baderitz (Sächsisches Lößhügelland, EZG-Größe 20 km²) unter Nutzung einer Pegelmessstation und mit dem Modell EROSION-3D zu demonstrieren und dokumentieren.

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um ein für das Sächsische Lößhügelland typisches Einzugsgebiet mit sehr hoher Erosionsgefährdung. Der einzugsgebietsbezogene Ansatz ermöglichte erstmals eine direkte Bestimmung der Wirkungen sich verändernder Bewirtschaftungsverfahren auf die Abflussdynamik und die Bodeneinträge in das Gewässer.

Ergänzend dazu sollte die weitere Umsetzung konservierender Bodenbearbeitung durch eine gezielte Unterstützung der Landwirtschaftsbetriebe im Hinblick auf Anpassungsstrategien in den Bereichen Acker- und Pflanzenbau (Bodenbearbeitungsintensität, Fruchtfolge, Sortenwahl usw.) sowie Pflanzenschutz gefördert werden. Die Arbeiten in diesem beispielhaft ausgewählten Einzugsgebiet dienten somit der Akzeptanzsteigerung zur Förderung der weiteren Umsetzung von boden- und gewässerschonenden Bewirtschaftungsverfahren. Die begleitende Dokumentation der betrieblichen Anpassungsstrategien und eine Erfassung der Veränderungen auf der Ackerfläche (Unkrautbesatz, Auftreten von Krankheiten und Schädlingen, Bodenstruktur, Wasserhaushalt) half die Bewirtschaftung weiter zu optimieren.

Die exakte Aufnahme von Boden- und Abflussparametern im Einzugsgebiet Baderitz war Voraussetzung für die Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes sowie der Bodenerosion. Zur Erfassung und Auswertung der Bewirtschaftungsdaten wurde die branchenspezifische Software Agrar-Office eingesetzt. Das zusätzliche GIS-Modul ermöglicht die Bereitstellung von Schlaginformation für andere GIS-Systeme, z. B. für die Modellierung der Bodenerosion sowie des Stoff- und Wasserhaushaltes.

Die Abschätzungen des Bodenabtrages und des Oberflächenabflusses mit dem Modell EROSION-3D bestätigen das bei bisherigen Modellanwendungen beobachtete Ergebnis, dass der Bodenabtrag durch Wasser mittels der Umstellung auf konservierende Bodenbearbeitung stärker reduziert wird als der Oberflächenabfluss. Damit steht mit der konservierenden Bodenbearbeitung ein flächenhaft wirksames Werkzeug für einen umfassenden Boden- und Gewässerschutz z. B. zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie zur Verfügung.

Weitere Projektziele bestanden in der möglichst umfassenden Ausdehnung sowie dauerhaften Etablierung der konservierenden Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz. Trotz des im Einzeljahr bereits sehr hohen Anwendungsumfanges der konservierenden Bodenbearbeitung (z. B. Erntejahr 2005: 76 Prozent der gesamten Ackerfläche im Einzugsgebiet) ist erkennbar, dass

konservierende Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet nicht dauerhaft auf diesem hohen Niveau betrieben wird.

Die Umstellung aller Ackerflächen auf konservierende Bodenbearbeitung führt zu einem – maximal erzielbaren – Anteil der konservierenden Bodenbearbeitung von rd. 75 Prozent (Best Case) der gesamten Einzugsgebietsfläche. Weil die mit EROSION-3D ermittelte Abflussprognose für die beiden Best-Case-Szenarien in 50 Prozent der Anwendungsfälle keine eindeutige Verringerung der Abflusshöhe lieferte, ist die hochwasserreduzierende Wirkung einer weiteren Erhöhung des – im Untersuchungsgebiet bereits sehr hohen – Flächenanteils mit konservierender Bearbeitung auf der Grundlage einer höheren Anzahl von Abflussprognosen zu bewerten.

Für die virtuelle, großflächige 'Rück'-Umstellung auf konventionelle Bodenbearbeitung wird mit EROSION-3D eine deutliche Erhöhung des Oberflächenabflusses und des Abtrags prognostiziert. Dieses Modellierungsergebnis ist ein Hinweis darauf, dass die aktuelle Bodenbearbeitungspraxis im Untersuchungsgebiet bereits eine hohe Minderungswirkung auf die Abflusssentstehung ausübt.

Für die Anwendung der nachweislich erosionsmindernden konservierenden Bodenbearbeitung sind entsprechende acker- und pflanzenbauliche Empfehlungen zu erarbeiten, zu demonstrieren und bereitzustellen. Der hierfür im Projekt beschrittene Weg bietet die größte Aussicht für eine erfolgreiche Etablierung der konservierenden Bodenbearbeitung und ergänzender boden- und gewässerschonender Maßnahmen.

Gründe für die noch nicht vollständig umgesetzte dauerhafte konservierende Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet sind die bestehenden acker- und pflanzenbaulichen Probleme, für die wirksame und sichere Lösungen erarbeitet werden müssen. Im Projekt wurde schwerpunktmäßig an der Optimierung der Mulchsaat zu Mais im Rahmen dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung gearbeitet. Hierzu wurde in Zusammenarbeit mit Landwirten ein Erfolg versprechender Ansatz in Form der Streifenbearbeitung zu Mais (Strip-till-Verfahren) durchgeführt und acker- und pflanzenbaulich sowie im Hinblick auf die erosionsmindernde und infiltrationsfördernde Wirkung geprüft. Weitere Schwerpunkte bildeten die Entwicklung und die Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung des Fusariumbefalls bei Weizen in Maisfruchtfolgen mit dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung.

Ergänzend hierzu wurden im Sinne der Akzeptanzsteigerung Maschinenvorführungen und Feldtage zur konservierenden Bodenbearbeitung (z. B. Demonstration neuer Mulchsaattechnik, Optimierung der Strohverteilung bei konservierender Bodenbearbeitung) durchgeführt.

Um die boden- und gewässerschonende Bewirtschaftung gezielt zu fördern, sind in erster Linie bewusstseinsbildende Maßnahmen erforderlich. Diese können je nach Region und Produktionsbedingungen sehr vielfältig angelegt sein. Neben staatlichen Agrarumweltprogrammen können auch andere Einrichtungen finanzielle Anreize schaffen, die an definierte Bewirtschaftungsgrundsätze

geknüpft sind. Dazu zählen beispielsweise Wasserversorger, die aufgrund der geringeren Aufbereitungskosten des Rohwassers durch den reduzierten Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in ihrem Einzugsbereich einen finanziellen Bonus an teilnehmende Landwirtschaftsbetriebe zahlen. Die Akzeptanz solcher Förderinstrumente hängt allerdings stark von den gestellten produktionstechnischen Anforderungen und der Höhe der finanziellen Leistungen ab – der finanzielle Anreiz allein ist auch hier selten der alleinige Grund für die Bereitschaft der Landwirte, sich aktiv zu beteiligen.

Aufgrund der Vielfalt der zur Verfügung stehenden ackerbaulichen Maßnahmen ist es grundsätzlich erforderlich, für verschiedene Betriebssituationen angepasste Strategien zu erarbeiten. Als besonders wichtige Einflussgrößen wurden dabei die vielfältigen Betriebsstrukturen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz sowie die unterschiedlichen Charaktere der Betriebsleiter mit ihren differierenden Einstellungen zu den Verfahren konservierender Bodenbearbeitung erkannt. Um unter diesen Voraussetzungen das Ziel zu erreichen, konservierende Bodenbearbeitung möglichst breit in der Praxis zu etablieren, spielt die Fachberatung zu bodenschonenden Maßnahmen im Rahmen der Officialberatung als auch über die private Landwirtschaftsberatung eine ganz entscheidende Rolle. Nur mit überzeugenden Argumenten und fachlich fundiertem Hintergrundwissen ist es möglich, Probleme mit der Umsetzung konservierender Verfahren zur Zufriedenheit der Betriebe zu lösen.

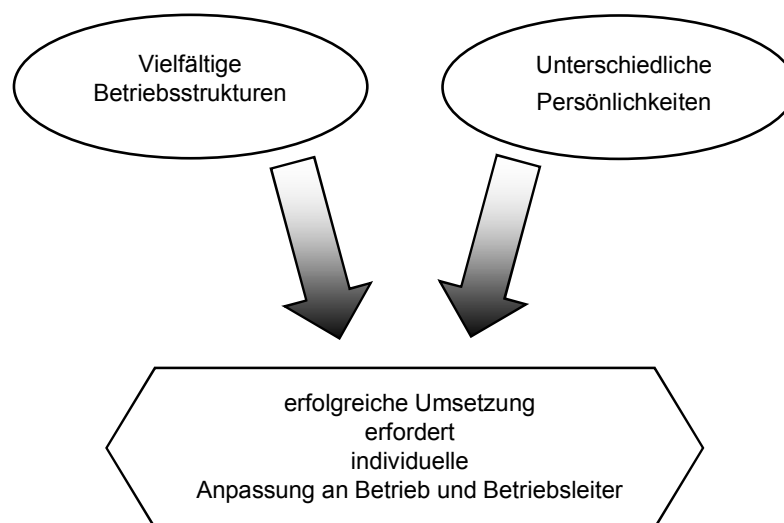


Abbildung 43: Einflussgrößen auf die erfolgreich Umsetzung konservierender Bodenbearbeitung im Untersuchungsgebiet

Soll die Umsetzung und Weiterentwicklung konservierender Bodenbearbeitungsverfahren erfolgreich vorgenommen werden, kann diese nur betriebsindividuell erfolgen (Abbildung 43).

Besonders gute Voraussetzungen, um die Verbreitung konservierender Anbauverfahren gezielt zu fördern, sind dann gegeben, wenn vor Ort bereits entsprechende Ansprechpartner vorhanden sind. Das ist der Fall, wenn bereits Zusammenschlüsse von Landwirten und Vertretern weiterer Gremien existieren. Im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz ist dies der Beratungsring „Erosionsmindernde Landbewirtschaftung e.V.“. Seine Mitglieder bewirtschaften auch Flächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz. Gleichzeitig führt der Verein aus innerem Antrieb und auf Grund des persönlichen Einsatzes von Mitgliedern Informations- und Praxisveranstaltungen durch, um den Informationsstand bezüglich konservierender Bestellverfahren zu vergrößern und weiteren Landwirten in den Regionen zugänglich zu machen. Diese bereits etablierten Zusammenschlüsse bieten gerade für die Officialberatung geeignete Gremien, um aktiv bei Fragen bezüglich der Etablierung geänderter Anbauverfahren fachlich und organisatorisch unterstützen zu können.

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass es schwierig ist, sämtliche Betriebe, die Flächen in einem gemeinsamen Gewässereinzugsgebiet bewirtschaften, kurz- bis mittelfristig zu einer dauerhaften Umstellung auf konservierende Anbauverfahren zu bewegen. Hier gilt es, bei einzelnen Betrieben über die acker- und pflanzenbauliche Beratung zur konservierenden Bodenbearbeitung hinaus neue Wege der Motivation bezüglich der umfassenden und dauerhaften Anwendung boden- und gewässerschonender Bewirtschaftungsverfahren zu entwickeln. Mit zu beachten ist in diesem Zusammenhang in besonderer Weise die einzelbetriebliche Situation (z. B. reiner Marktfruchtbetrieb oder Betrieb mit Schwerpunkt Tierproduktion, Haupt- bzw. Nebenerwerbsbetrieb usw.). Gerade sie ist vorrangig dafür verantwortlich, in welchem Umfang das Interesse für eine Ausweitung konservierender Anbauverfahren geweckt werden kann.

Die umfassende Erfassung ackerbaulicher und produktionstechnischer Daten der landwirtschaftlichen Betriebe im Einzugsgebiet ermöglicht es, besonders erfolgreiche Strategien in der Adaption konservierender Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren in Abhängigkeit der betrieblichen Voraussetzungen zu definieren. In der weiteren Umsetzung müssen diese bewährten, an die lokalen Gegebenheiten angepassten Anbaustrategien zu den unterschiedlichen Kulturen innerhalb des Einzugsgebietes auf die Betriebe transferiert werden, die bisher in der Umsetzung und Anwendung bodenschonender Produktionsverfahren noch Vorbehalte haben (Abbildung 44).

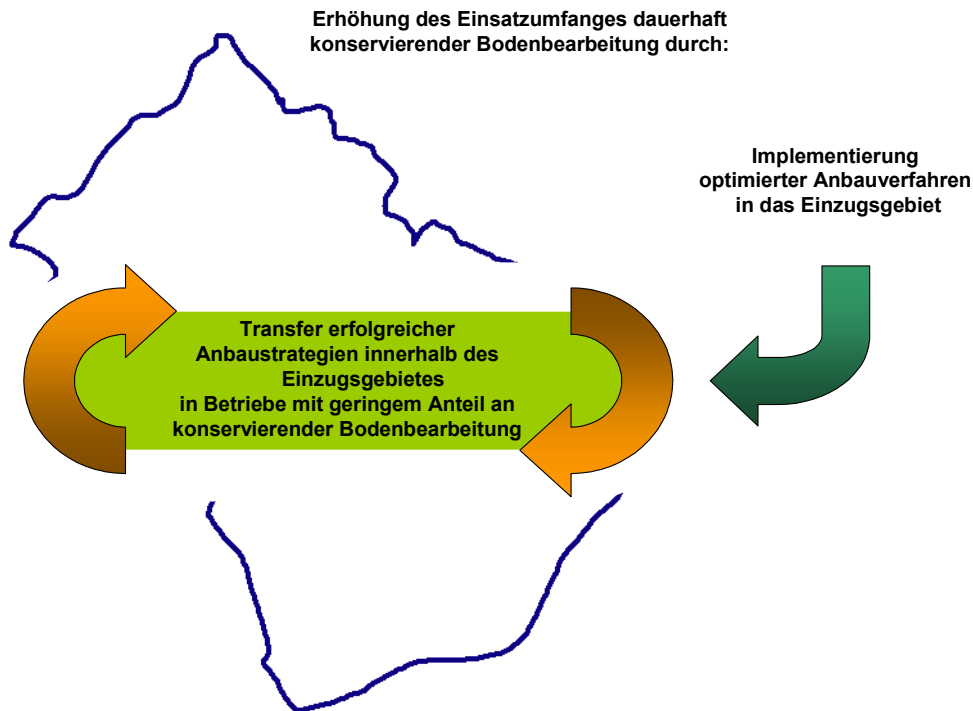


Abbildung 44: Maßnahmen zur Erhöhung des Umfangs konservierender Bodenbearbeitung im Untersuchungsgebiet

Zusätzlich muss über weiterführende unterstützende Maßnahmen, wie z. B. die Organisation und Durchführung von Informations- und Demonstrationsveranstaltungen, zusätzliches Know-how zur Optimierung konservierender Anbauverfahren in das Untersuchungsgebiet eingebracht werden.

Diese im Projekt erarbeiteten Ergebnisse und Strategieansätze bilden die Grundlage für weitere Arbeiten der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Zusammenhang mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Dies gilt in besonderer Weise für die Erarbeitung und Umsetzung der dort geforderten Bewirtschaftungs- und Managementpläne zur Sicherung bzw. zur Erreichung guter Qualitäten von Grund- und Oberflächengewässern. Diese Aufgabenstellung ist nur durch gezielte Maßnahmen auf Einzugsgebietsebene, unter Einbeziehung der dort handelnden Akteure möglich. In diesem Sinne findet das hier dargestellte Projekt seine Fortführung in der weiteren Facharbeit der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft.

Literaturverzeichnis

- ANONYM: Bodenkundliche Kartieranleitung (KA4). AG Boden, Hannover, 1994.
- Bundesgesetzblatt FNA 2129-32, FNA 2129-27, FNA 2129-8: Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundesbodenschutzgesetz), 1998.
- ANONYM: Agrar-Office Bodenbuch-GIS Benutzerhandbuch. Fa. LAND-DATA EUROSOFTE GmbH & Co. KG, Pfarrkirchen, 2004a.
- ANONYM: Agrar-Office Schlagkartei Benutzerhandbuch. Fa. LAND-DATA EUROSOFTE GmbH & Co. KG, Pfarrkirchen, 2004b.
- ANONYM: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem.
<http://www.lverma.smi.sachsen.de>, 2005.
- BUDER, W., T. GRÖGER u. S. STEINERT: Charakteristik des Einzugsgebietes der Jahna. In: Beiträge eines ökologischen Leitbildes für Flusslandschaften am Beispiel der Jahna, einem Nebenfluss der Elbe in Sachsen. Freistaat Sachsen, 2000.
- DYCK, S. u. G. PESCHKE: Grundlagen der Hydrologie. Verlag für Bauwesen, Berlin, 1995.
- KAHNT, G.: Minimal-Bodenbearbeitung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1995.
- KORNMAN, M.: Versuchsdaten aus Untersuchungsgebiet Stausee Baderitz zur Simulation mit EEOSION-3D. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (unveröffentlicht), Leipzig, 2005.
- KORNMAN, M. u. W. SCHMIDT: Rüben und Mais in Streifen säen. DLG-Mitteilungen 119 (2004) Nr. 12, S. 48-49.
- KORNMAN, M. u. W. SCHMIDT: Gute Argumente sind gefragt. DLG-Mitteilungen 121 (2006) Nr. 3, S. 26-27.
- KORNMAN, M., W. SCHMIDT u. O. NITZSCHE: Fruchtfolgen bei Pflugverzicht. Neue Landwirtschaft 15 (2004) Nr. 11, S. 36-38.
- KORNMAN, M., W. SCHMIDT u. O. NITZSCHE: Mulchsaatverfahren für den Anbau von Mais. Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (2006) Nr. 3, S. 34-41.
- KÖTHE, R., M. BOCK u. G. VOGEL: Expertise zum Forschungsvorhaben 'Landnutzung und Hochwasserschutz', Teilvorhaben 'Digitale Reliefanalyse Sachsen'. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Fa. Scilands, Freiberg/Göttingen, 2005.
- KÜCHLER, L. u. S. HARNAPP: Gewässergütebericht 2003 - Biologische Befunde der Gewässergüte sächsischer Fließgewässer mit Gewässergütekarte. Materialien zur Wasserwirtschaft Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), Dresden, 2004.
- LECHER, K., H.-P. LÜHR u. U. C. E. Zanke: Taschenbuch der Wasserwirtschaft. Verlag Paul Parey, Hamburg, 2001.
- MANNFELD, K. u. H. RICHTER: Naturräume in Sachsen. Zentrallausschuß für deutsche Landeskunde, Trier, 1995.
- NITZSCHE, O., S. KRÜCK, B. ZIMMERLING u. W. SCHMIDT: Boden- und gewässerschonende Landwirtschaft in Flusseinzugsgebieten. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Nr. 11, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 2002a.

- NITZSCHE, O., S. KRÜCK u. M. ZIMMERMANN: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben "Entwicklung von dauerhaft umweltgerechten Landbewirtschaftungsverfahren im sächsischen Einzugsgebiet der Elbe". Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig, 2002b.
- NITZSCHE, O. u. B. ZIMMERLING: Erosionsminderung durch konservierende Bodenbearbeitung - Potentiale und Perspektiven. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Nr. 10, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 2004.
- RALLE, S.: Erosionsgebundener Phosphoraustrag aus dem vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet des Stausees Baderitz im Sächsischen Lößhügelland und mögliche Maßnahmen zur Minderung der Gewässerbelastung. Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Fachbereich Agrarwirtschaft, 2003.
- SCHMIDT, J., M. VON WERNER, A. MICHAEL u. W. SCHMIDT: EROSION-2D/3D: Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, 1996.
- SCHMIDT, K.: Ereignisbezogene Erfassung hydrologisch relevanter Parameter der Sondenmessstation im Einzugsgebiet Obere Jahna. Studienarbeit, Technische Universität Bergakademie Freiberg, 2004a.
- SCHMIDT, W.: Bodenschutz in der Landwirtschaft - Handlungsempfehlungen in Sachsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Nr. 10, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 2004b.
- SCHRÖDER, A. u. M. VON WERNER: Abfluss- und Erosionsprognose für das Einzugsgebiet 'Baderitzer Teich' (Jahna) für ausgewählte Niederschlagsereignisse 2004/2005. GEOGNOSTICS Boden- und Gewässerschutz (unveröffentlicht), Berlin, 2005.
- SEIDEL, N.: Vorschläge zur Verminderung der Wassererosion im Einzugsgebiet des Baderitzer Stausees - Sächsisches Lößhügelland., Technische Universität Bergakademie Freiberg, Fakultät für Geowissenschaften, 2003.
- SEKERA, F.: Gesunder und kranker Boden. Verlag Paul Parey, Berlin, 1951.
- THIEL, E.: Einzugsgebietsbezogene Abschätzung der sediment- und partikelgebundenen Phosphorfrachten von landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Hilfe des Modells EROSION-3D, Beispiel Talsperre Saidenbach. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Nr. 10, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 2004.
- THIEL, E. u. W. SCHMIDT: Verbesserte Ansätze für Wasser- und Stoffstrommanagement in intensiv genutzten kleinen Einzugsgebieten auf der Grundlage von integrierten Nutzen- und Risikobewertungen (wsm300). Abschlussbericht Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 2005.
- VON WERNER, M.: Abschätzung des Oberflächenabflusses und der Wasserinfiltration auf landwirtschaftlich genutzten Flächen mit Hilfe des Modells EROSION-3D. Endbericht des FuE-Vorhabens. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fa. GeoGnostics, Dresden/Berlin, 2004.
- VON WERNER, M. u. A. SCHRÖDER: Erarbeitung der digitalen Datengrundlage für die Anwendung von EROSION-3D auf mesoskaliger Maßstabsebene mit Durchführung einer Erosionssimulation für

das zu bearbeitende Gebiet. Endbericht des FuE-Vorhabens. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fa. GeoGnostics, Berlin/Leipzig, 2005.

ZIMMERLING, B. u. W. SCHMIDT: Beitrag der konservierenden Bodenbearbeitung zum vorbeugenden Hochwasserschutz. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Nr. 11, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 2002.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage des Untersuchungsgebietes mit der Einzugsgebietsgrenze des Stausees Baderitz und dem Teileinzugsgebiet Pegel Jahna/Mischütz	4
Abbildung 2:	Luftaufnahme des Einzugsgebietes Stausee Baderitz (Quelle: Ralle 2003)	5
Abbildung 3:	Verbreitung der Bodentypen und -arten (oberster Horizont) im Einzugsgebiet (Quelle: Konzeptbodenkarte 1:50 000 (BK _{KONZ}), Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie)	6
Abbildung 4:	Flächennutzung im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz	8
Abbildung 5:	Umfang der von landwirtschaftlichen Betrieben im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz bewirtschafteten Ackerfläche.....	9
Abbildung 6:	Multisensormodul-Messstation oberhalb des Stausees Baderitz im Flusslauf der Jahna	11
Abbildung 7:	Anbauverhältnisse und Schlagkonturen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz für das Erntejahr 2004 (oben) und 2005 (unten).....	13
Abbildung 8:	Eingabemaske für die Anbauplanung für das Erntejahr 2005 (oben) sowie Darstellung der erfassten Maßnahmen eines Ackerschlags im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz für das Erntejahr 2004 (unten)	14
Abbildung 9:	Streifenweise konservierende Bodenvorbereitung im Strip-till-Verfahren zur Vorbereitung der Aussaat von Körnermais	17
Abbildung 10:	Maisaussaat in streifenweise konservierend bearbeitete Ackerfläche	18
Abbildung 11:	Mulchen von Körnermaisresten zur Rotteförderung.....	19
Abbildung 12:	Bodenabtrags- und Infiltrationsmessung mit Beregnungsanlage	20
Abbildung 13:	Pegel Jahna: Beobachteter Niederschlagsverlauf und Abflussganglinie für das Niederschlags-Abfluss-Ereignis am 8. Juli 2004. Die Trennung zwischen Direkt- und Basisabfluss ist geschätzt	25
Abbildung 14:	Pegel Jahna: Beobachtete Abflussganglinien für das Niederschlags-Abfluss-Ereignis am 25. Juni 2005. Die Trennung zwischen Direkt- und Basisabfluss ist geschätzt	25
Abbildung 15:	Pegelschlüsselkurve (Abflusskurve) des Pegels Jahna (Multisensormodul-Messstation).....	27
Abbildung 16:	Ist-Stand-Szenario Juli 2004: Kulturarten und Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz	32
Abbildung 17:	Ist-Stand-Szenario Juni 2005: Kulturarten und Bodenbearbeitung im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz	32
Abbildung 18:	Worst-Case-Szenario Juni 2005: Kulturarten und angenommene Umstellungsflächen auf konventionelle Bodenbearbeitung. Die rote Schraffur markiert Flächen mit im Vergleich zum Ist-Stand-Szenario 2005 unterschiedlicher Bearbeitung.....	35
Abbildung 19:	Niederschlags- und Pegeldaten Einzugsgebiet Stausee Baderitz 2004	36

Abbildung 20:	Niederschlags- und Pegeldaten Einzugsgebiet Stausee Baderitz 2005	37
Abbildung 21:	Anbauverhältnisse auf Ackerflächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz 2004	37
Abbildung 22:	Anbauverhältnisse auf Ackerflächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz 2005	38
Abbildung 23:	Entwicklung des Anteils konventioneller und konservierender Anbauverfahren auf Ackerflächen im Einzugsgebiet des Stausees Baderitz 2004 und 2005	39
Abbildung 24:	Maisbestand nach streifenweiser Saatbettbereitung (Strip-till-Verfahren)	43
Abbildung 25:	Wasserinfiltration auf unterschiedlich bearbeiteter bzw. direkt bestellter Ackerfläche (Regensimulationsversuch, Körnermais, Lößhügelland, Beregnungsintensität: 1,9 mm/Minute)	44
Abbildung 26:	Kumulativer Bodenabtrag auf unterschiedlich bearbeiteter bzw. direkt bestellter Ackerfläche (Regensimulationsversuch, Körnermais, Lößhügelland, Beregnungsintensität: 1,9 mm/Minute)	45
Abbildung 27:	Ernteertrag bei Körnermais nach Streifenbearbeitung bzw. ganzflächiger Bearbeitung (2005, Lößhügelland)	46
Abbildung 28:	Demonstration von Mulch- und Direktsaattechnik	49
Abbildung 29:	Mähdrusch mit nachfolgender Bewertung von Strohverteilung und Häckselqualität	50
Abbildung 30:	Bewertung der Strohquerverteilung: Zusammenrechnen des Strohs (A) sowie Bestimmung des Umfangs des Strohhaufens (B) jeweils quer zur Druschrichtung	50
Abbildung 31:	Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Ist-Stand 2004	53
Abbildung 32:	Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Best Case 2004. Die Pfeile markieren ausgewählte Flächen mit erhöhter (grün) bzw. verringerter (rot) Infiltration	54
Abbildung 33:	Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Ist-Stand 2005	54
Abbildung 34:	Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Best Case 2005	55
Abbildung 35:	Räumliche Verteilung der Oberflächenabflussbildung für den Worst Case 2005	55
Abbildung 36:	Zeitlicher Verlauf der Eindringtiefe der Befeuchtungsfront und der potenziellen Infiltrationsrate für eine von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung umgestellte Winterweizenfläche (Ist-Stand bzw. Best Case 2004) (Pfeil: Zeitpunkt Niederschlagsmaximum des Regenereignisses Juli 2004 (Abbildung 13))	56
Abbildung 37:	Vergleich von Oberflächenabflusshöhe und Bodenabtrag für alle Szenarien	58
Abbildung 38:	Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Ist-Stand 2004	59
Abbildung 39:	Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Best Case 2004	59
Abbildung 40:	Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Ist-Stand 2005	60
Abbildung 41:	Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Best Case 2005	60

Abbildung 42: Räumliche Verteilung der Nettoerosion für den Worst Case 2005.....	61
Abbildung 43: Einflussgrößen auf die erfolgreich Umsetzung konservierender Bodenbearbeitung im Untersuchungsgebiet	66
Abbildung 44: Maßnahmen zur Erhöhung des Umfangs konservierender Bodenbearbeitung im Untersuchungsgebiet	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Charakterisierung des Untersuchungsgebietes	5
Tabelle 2:	Übersicht der durchgeführten acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen beim Vergleich unterschiedlicher Maisanbauverfahren auf der Versuchsfläche	16
Tabelle 3:	Ein- und Ausgabeparameter des Prognosemodells EROSION-3D.....	23
Tabelle 4:	Niederschlagskenndaten der für die Prognose ausgewählten NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-Ereignisse. Die Flächenanteile der einzelnen Stationen betragen - nach Thiessen-Polygonierung und bezogen auf das Pegel-Einzugsgebiet - für Kleinmockritz 24,6 Prozent, Mischütz 13,9 Prozent und Mochau 61,5 Prozent	26
Tabelle 5:	Abflusskenndaten der ausgewählten Niederschlags-Abfluss-Ereignisse	28
Tabelle 6:	Anteile der Landnutzungen, Kulturarten und Bearbeitungsverfahren im Einzugsgebiet Stausee Baderitz für die Ist-Stand-Szenarien Juli 2004 und Juni 2005 sowie das Worst-Case-Szenario Juni 2005	33
Tabelle 7:	Mögliche Problemfelder im Rahmen konservierender Bodenbearbeitungssysteme und Handlungsempfehlungen zu deren Beherrschung.....	41
Tabelle 8:	Anforderungen und Leistungen unterschiedlicher Anbauverfahren zu Reihenfrüchten.....	47
Tabelle 9:	DON-Gehalt in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung, Rotteförderung und Blütebehandlung. Winterweizen nach Körnermais, Sorte: Sokrates, Ernte 2004 (Rohware, HPLC-Test).....	48
Tabelle 10:	Mulchbedeckung in Abhängigkeit vom Einsatz eines Schlegelmulchers und der folgenden Bodenbearbeitung nach Körnermais	48
Tabelle 11:	Übersicht der prognostizierten Oberflächenabflusswerte. Alle Angaben beziehen sich auf das 17,3 km ² große Pegel-einzugsgebiet.....	51
Tabelle 12:	Übersicht der prognostizierten Bodenabtragswerte. Alle Angaben beziehen sich auf das 17,3 km ² große Pegel-einzugsgebiet	58

Anhang

Fragebogen zu Anwendung und Effekten konservierender Bodenbearbeitung

Angaben zum Betrieb

- ## 1. Ackerbau

Wie groß ist die von Ihnen bewirtschaftete Fläche?

_____ ha

davon Ackerland (inkl. Feldfutter)

_____ ha

davon Dauergrünland

_____ ha

2. Welche Kulturarten bauen Sie in welchem Umfang an (Erntejahr 2005)?

Winterweizen	_____ ha	Körnermais	_____ ha
Wintergerste	_____ ha	Silomais	_____ ha
Winterroggen	_____ ha	Zuckerrüben	_____ ha
Wintertriticale	_____ ha	Kartoffeln	_____ ha
Sommergerste	_____ ha	Feldfutter	_____ ha
Sommerweizen	_____ ha	Weitere	_____ ha
Hafer	_____ ha	Weitere	_____ ha
Winterraps (Konsum)	_____ ha	Weitere	_____ ha
Winterraps (NaWaRo)	_____ ha	Stilllegung	_____ ha
Körnererbsen	_____ ha		

- ### 3. Tierproduktion

Welche Formen der Tierproduktion gehören zu Ihrem Betrieb?

- ☐
- keine Tierhaltung

- ☐
- Milchviehhaltung mit _____ Kühen

- ☐
- Schweinemast mit _____ Stallplätzen

- ☐ sonstige Tierhaltung: _____

Welche Formen der Wirtschaftsdünger fallen dabei in Ihrem Betrieb an?

- ☐
- Gülle ca. _____ m
- ³
- /Jahr

- ☐
- Festmist ca. _____ t/Jahr

4. Mit welcher Technik erfolgt die Ausbringung der Wirtschaftsdünger?
- ☐ Schleppschläuche, Arbeitsbreite _____ m ☐ Stalldungstreuer, Arbeitsbreite _____ m
- ☐ Gülledrill, Arbeitsbreite _____ m
- ☐ Sonstiges: _____

Fragen zum Anbauverfahren

5. Wie lange haben Sie auf Ihrem Betrieb Erfahrungen mit der konservierenden (pfluglosen) Bodenbearbeitung bzw. der Direktsaat?
Seit _____ Jahren.
6. Mit welchen Fruchtfolgen arbeiten Sie auf Ihrem Betrieb
(z. B. WRa – WW – Trit....)?
- Fruchtfolge 1: _____
- Fruchtfolge 2: _____
- Fruchtfolge 3: _____
- Fruchtfolge 4: _____
7. Halten Sie das Anbauverhältnis der einzelnen Kulturen auf Ihrem Betrieb und die verwendeten Fruchtfolgen typisch für Ihre Region?
- ☐ ja ☐ nein
- Bemerkungen: _____
8. In welchem Umfang verzichten Sie dauerhaft auf den Einsatz des Pfluges?
- ☐ Auf der gesamten Ackerfläche seit _____ Jahren,
weil: _____
- ☐ Auf bestimmten Ackerflächen seit _____ Jahren,
weil: _____
- ☐ In bestimmten Fruchtfolgen seit _____ Jahren,
Welche Fruchtfolgen? 1. _____
2. _____
weil: _____

9. Welche Auswirkungen konnten Sie durch den dauerhaften (mehrjährigen) Verzicht auf den Pflug auf Ihren Ackerflächen beobachten? Nach welcher Zeit traten diese Effekte auf?

Beobachteter Effekt	Aufgetreten nach xx Jahren Pflug- verzicht	Bemerkungen / Erläuterungen
Ertragssteigerung		
Ertragsrückgang		
Höheres Unkrautauftreten		
Niedrigeres Unkrautauftreten		
Höheres Schädlingsauftreten		
Niedrigeres Schädlingsauftreten		
Höherer Pflanzenschutz- aufwand		
Niedrigerer Pflanzenschutz- aufwand		
Veränderte Befahrbarkeit (früher / später / Spurtiefe...)		
Veränderte Abtrocknung		
Veränderungen bei der Bear- beitbarkeit von Flächen		
Erosionsschutz		
Erscheinen von Nässestellen		
Verschwinden von Nässestellen		
Beschleunigter Abbau von Ernterückständen		
Verlangsamter Abbau von Ernterückständen		
Spürbare Veränderungen im Bodenleben		

Weitere Effekte: _____

10. In welchem Umfang konnten Sie im Vergleich zum Pflugeinsatz Kostensenkungen nach erfolgter Umstellungsphase (d.h. nach 4-5 Jahren) realisieren bzw. schätzen Sie, jährlich realisiert zu haben?

Ersparnis Mulchsaat ca. _____ €/ha

Ersparnis Direktsaat ca. _____ €/ha

Stoppelbearbeitung

11. Mit welchen Geräten führen Sie die Stoppelbearbeitung durch?

☐ 2-balkiger Grubber (Flügelschargrubber)

☐ mehrbalkiger Grubber (z. B. mit Gänsefußscharen)

☐ Kurzscheibenegge

☐ konventionelle Scheibenegge

☐ sonstige Geräte: _____

Düngung

12. Wie haben Sie auf konservierend bestellten Flächen das Management der Stickstoffdüngung angepasst?

☐ Erhöhung der Gesamt-N-Zufuhr um ca. _____ Prozent

☐ Beibehaltung des bisherigen N-Niveaus unter Anpassung der Einzelgaben (z. B. Erhöhung Startgabe, etc.): _____

☐ keine spezielle Anpassung der N-Düngung bei konservierend bestellten Flächen

Persönliche Einschätzungen

13. Woran liegt es Ihrer Meinung nach, dass zahlreiche Betriebe die Bodenbearbeitung nicht konsequent auf pfluglose Verfahren umstellen?

14. Aus welchen Gründen haben Sie sich entschieden, konservierende Bodenbearbeitungsverfahren anzuwenden?

15. Sind Sie mit Ihrer Entscheidung, pfluglos zu arbeiten, zufrieden?

16. Wenn Sie nicht ausschließlich konservierende Bodenbearbeitungsverfahren anwenden, wo liegen aus Ihrer Sicht die Vorbehalte (Bodenbearbeitungs- und Sätechnik, ungeeignete Flächen, etc.)?

17. Sofern Sie Körnermais anbauen: Wie erfolgen die Behandlung des Maisstrohs sowie die anschließende Bodenbearbeitung zur Folgefrucht?

18. Haben Sie aufgrund der Verhältnisse im Jahr 2005 (feuchte Erntebedingungen zur Getreideernte, starkes Auftreten von Mäusen, etc.) mit einer veränderten Bodenbearbeitung reagiert? Wenn ja, welche Maßnahmen haben Sie ergriffen?

Rückantwort

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen z. Hd. Herrn Kornmann
per Fax an die Nr. 0341/ 9174-111

oder per Post an die

Sächsische Landesanstalt für Land-
wirtschaft
Referat Bodenkultur
z. Hd. Marek Kornmann
Gustav-Kühn-Str. 8
04159 Leipzig

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!
Mit freundlichen Grüßen



Marek Kornmann

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden
Internet: www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/publikationen

Autoren: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung
Marek Kornmann, Dr. Walter Schmidt, Ellen Müller
Gustav-Kühn-Str. 8
04159 Leipzig
Telefon: 0341 9174116
Telefax: 0341 9174111
E-Mail: walter-alexander.schmidt@smul.sachsen.de

Redaktion: siehe Autoren

Endredaktion: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Birgit Seeber, Ramona Scheinert, Matthias Löwig
Telefon: 0351 2612345
Telefax: 0351 2612151
E-Mail: birgit.seeber@smul.sachsen.de

ISSN: 1861-5988

Redaktionsschluss: November 2006

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unter-
richtung ihrer Mitglieder zu verwenden.